

Bronnenstrategie warmtenetten Nijmegen

**Overzicht van duurzame bronnen voor de grootschalige
warmtenetten**

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
Voorwoord	3
Samenvatting	3
1. Inleiding	7
1.1 Doelstelling	7
1.2 Scope	8
1.3 Leeswijzer	8
2. De verschillende rollen en stakeholders	9
2.1 Gemeente	9
2.2 Nationale en Europese beleidsmakers	10
2.3 Warmtebedrijven	10
2.4 Bronontwikkelaars en bevoegd gezag	11
3. Warmtenetten in Nijmegen	12
3.1 De afnemer	12
3.2 Infrastructuur	14
3.3 Benodigde bronwarmte in Nijmegen	15
4. Huidige warmtebron: ARN	17
4.1 De ARN als energieproducent	17
4.2 De duurzaamheid van warmte van de ARN	18
4.3 De toekomst van afval	20
5. Ontwikkelperspectief warmtebronnen	21
5.1 Restwarmte	22
5.2 Aquathermie	23
5.3 Geothermie	26
5.4 Zonthermie	27
5.5 Aerothermie	28
5.6 Overige bronnen	28
5.7 Warmteopslag en pieklevering	30
6. Scenario's voor bronnenmix in 2050	31
6.1 Voorkeursvolgorde van bronnen	31
6.2 Ontwikkelpad met warmte uit afvalverbranding	32
6.3 Ontwikkelpad zonder warmte uit afvalverbranding	34
7. Conclusie	37
Bijlage 1 – Praktijkvoorbeelden warmtebronnen	39
Aquathermie	39
Geothermie	39
Zonthermie	40
Aerothermie	40
Bijlage 2 – Small Modular Reactors	42
SMR als warmtebron	42
Toepassing en financieringsmogelijkheden	42

Voorwoord

Met de warmtevisie 2024 zet Nijmegen een duidelijke koers uit voor het aardgasvrij maken van haar stad. In verschillende stadsdelen wordt onderzocht welke opties een warmtenet kan bieden. Eén van de aandachtspunten is de toekomstbestendigheid van het warmtenet. Hebben we nu een oplossing waarmee we daadwerkelijk tot na 2050 op een duurzame manier kunnen verwarmen? Een goed inzicht in de beschikbare bronnen is nodig om deze vraag te beantwoorden. Dat inzicht helpt ook bij het maken van systeemkeuzes, zoals waar in de stad we de overstap willen maken naar een warmtenet. Daarnaast is inzicht in bronnen nodig om onze rol te kunnen vervullen als aandeelhouder van een publiek warmtebedrijf.

Voor u ligt de bronnenstrategie warmtenet 2025. We bouwen voort op bestaand en eerder onderzoek. En bieden een helder inzicht in mogelijke bronnen en ontwikkelpaden.

Samenvatting

Nijmegen heeft inmiddels meer dan tien jaar ervaring met warmtenetten. Daarmee is het een belangrijke oplossing in de warmtetransitie, waarmee we toewerken naar een aardgasvrije gemeente. Doel van deze bronnenstrategie is inzicht verwerven in de beschikbare bronnen voor de warmtenetten van Nijmegen en de bronnenmix van de toekomst. Dit uitgesplitst in een tweetal scenario's. Doel is om comfort te krijgen bij voldoende beschikbaarheid van bronnen voor het warmtenet, nu en in de toekomst.

Hoofdvraag

Zijn er voldoende bronnen om de warmtenetten van Nijmegen te voorzien van warmte, nu en in de toekomst, rekening houdend met de eigenschappen van de warmtenetten, steeds strengere CO₂-normering en mogelijk wegvallen van afvalverbranding als warmtebron.

Belangrijkste conclusies

- Zolang er restwarmte uit afvalverbranding beschikbaar is ligt het voor de hand dit te gebruiken. De warmte gaat anders verloren, is van relatief hoge temperatuur en relatief goedkoop beschikbaar te stellen.
- Nieuwe warmtenetten moeten ontworpen worden op een aanvoertemperatuur van maximaal 85 °C. Dan is het mogelijk om lage temperatuur bronnen in te zetten voor het warmtenet.
- Op verschillende locaties in Nijmegen zijn er mogelijkheden voor de ontwikkeling van duurzame warmtebronnen. Er zijn dus alternatieven mocht afvalverbranding niet meer plaatsvinden bij de ARN.
- Op zowel het terrein van de ARN als de voormalige elektriciteitscentrale aan de Waal (Waal Energie) is er ruimte voor grootschalige ontwikkeling van duurzame bronnen. Dit kan aangevuld worden met lokale bronnen langs het tracé van de warmtenetten.
- Deze bronnenstrategie biedt de basis om straks met onderbouwing warmtekavels aan te wijzen.
- Daarnaast geeft het de kaders voor de invulling van onze rol als aandeelhouder van het publiek warmtebedrijf. De – nog op te stellen – bronnenstrategie van het warmtebedrijf zal in lijn zijn met deze bronnenstrategie.

De hoofdvraag kan dus positief beantwoord worden: er zijn voldoende duurzame bronnen voor de warmtenetten van Nijmegen, nu en in de toekomst.

In verschillende hoofdstukken is uitgewerkt welke rollen er zijn, hoe het warmtenet werkt en welke bronnen beschikbaar zijn. De samenvatting daarvan is hieronder gegeven.

De verschillende rollen en stakeholders

Verschillende partijen hebben invloed op de ontwikkeling van duurzame bronnen:

- De gemeente bepaalt straks waar nieuwe warmtenetten komen. Dit kunnen we alleen doen als we weten of er voldoende (duurzame) bronnen zijn. Vandaar dat we werken aan een bronnenstrategie.
- Europees en nationaal beleid is bepalend voor de bronnenstrategie van warmtenetten. Daar wordt namelijk bepaald hoe duurzaam een bron is en welke subsidie er is voor verschillende bronnen. En dus welke bronnen financieel haalbaar gerealiseerd kunnen worden.
- Warmtebedrijven bepalen zelf welke bronnen zij gebruiken. Ze kunnen dus afwijken van de gemeentelijke bronnenstrategie. Ze moeten wel een strategie uitwerken om aan leveringszekerheid- en duurzaamheidseisen te blijven voldoen. Als aandeelhouder van een publiek warmtebedrijf kunnen we als gemeente invloed uitoefenen op de bronnenstrategie van dat warmtebedrijf.

Warmtenetten in Nijmegen

In Nijmegen gaan we conform de warmtevisie in verschillende stadsdelen de mogelijkheden voor warmtenetten onderzoeken. Om iedereen zonder hoge kosten of overlast aan te kunnen sluiten levert dit warmtenet **70 °C** bij de inwoner. Dit betekent dat warmtebronnen voor ons warmtenet minstens **85 °C** moeten produceren, rekening houdend met overdracht van warmte en verlies. Toekomstige warmtenetten moeten op zo'n manier ontworpen worden dat het mogelijk is om andere bronnen in te voeden. Dit betekent dat ze ontworpen moeten worden op een aanvoertemperatuur van maximaal **85 °C**. Op dit moment zijn er in Nijmegen Noord ongeveer 10.000 woningen aangesloten op het warmtenet. De bron levert nu maximaal 30 MW warmte. Rekening houdend met de plannen uit de warmtevisie kan dit groeien tot uiteindelijk **50.000** woningequivalenten. Dan is er **80 tot 120 MW** bronwarmte nodig.

Huidige warmtebron: ARN

Afvalverbrandingsinstallatie ARN levert nu warmte aan het warmtenet Nijmegen Noord. Het warmtenet krijgt nu vooral aftapwarmte van ARN: een deel van de warmte waarmee anders elektriciteit gemaakt zou worden wordt nu gebruikt voor het leveren van warmte aan het warmtenet. Het verlies aan elektriciteitsproductie bepaalt ook de duurzaamheid van aftapwarmte. Die elektriciteit moet dan elders geproduceerd worden. Zolang dat op een niet-duurzame manier gebeurt is aftapwarmte ook niet duurzaam. De ARN zou nog veel meer warmte kunnen leveren, vooral uit de restwarmtestromen. Deze warmte gaat nu verloren. Gebruik van deze warmte is dus volledig duurzaam. De restwarmte is wel van lagere temperatuur. Het is nu nog onduidelijk hoeveel afval er in de toekomst is in Nederland en welke rol ARN dan speelt in de verwerking ervan. Omdat er geen garantie is over de toekomst van ARN zal ook gekeken moeten worden naar alternatieve warmtebronnen voor het Nijmeegs warmtenet.

Ontwikkelperspectief bronnen

Naast de ARN zijn er verschillende andere mogelijke warmtebronnen. Deze hebben elk een eigen ontwikkelperspectief in Nijmegen. De belangrijkste bronnen zijn restwarmte, aquathermie, geothermie, zonthermie en aerothermie.

Van de meeste bronnen is de potentie in Nijmegen de afgelopen jaren in studies onderzocht. Onderstaande tabel geeft dit overzicht. Aandachtspunt is dat in de praktijk altijd gekeken zal moeten worden naar de technische, ruimtelijke en financiële mogelijkheden van het inpassen van bronnen. De hier genoemde potentie zal dus niet altijd volledig te verzilveren zijn.

	Temperatuur bron	Potentieel vermogen
Restwarmte – Waal Energie	10-75 °C	Onbekend op dit moment
TEO – Waal	5-20 °C	Op basis van vraag
TEO – Maas Waalkanaal	5-20 °C	1 – 5 MW per onttrekkingspunt
TEA – RWZI	10-20 °C	20 MW
TED	10-15 °C	1 - 4 MW per onttrekkingspunt
Geothermie (ondiep)	40-60 °C	2-9 MW per bron
Geothermie (diep)	-	geen potentie
Geothermie (ultradiep)	140 °C	25 MW per bron, met zeer grote onzekerheidsmarge
zonthermie	10-90 °C	Beperkt in Nijmegen
aerothermie	-5-20 °C	Op basis van vraag

Scenario's voor bronnenmix in 2050

Met en zonder warmte uit afvalverbranding zijn er verschillende manieren om voldoende warmte ter beschikking te stellen aan de warmtenetten van Nijmegen. Zolang er warmte uit afvalverbranding beschikbaar is kan deze zoveel mogelijk gebruikt worden. In dat geval is er ruim voldoende warmte beschikbaar voor zowel Nijmegen als de omliggende regio. Onderstaande tabel geeft dit mogelijke scenario weer, waarbij zowel warmte vanuit afvalverbranding als enkele andere bronnen ontwikkeld worden. Het scenario is indicatief om aan te geven dat er verschillende mogelijkheden zijn.

Jaar	warmtevraag	Aftapwarmte ARN	Restwarmte ARN	TEO Waal	Geothermie	TEA RWZI
2025	30 MW	25-30 MW	0-5 MW	-	-	-
2035	60 MW	25-45 MW	20-30 MW	0-10 MW	-	-
2050	80-120 MW	0-45 MW	0-60 MW	0-50 MW	0-20 MW	0-20 MW

Zonder warmte uit afvalverbranding is het nodig om voldoende andere duurzame bronnen te realiseren. Op het terrein van de ARN en de voormalige elektriciteitscentrale aan de Waal is er ruimte voor het ontwikkelen van verschillende duurzame bronnen. Daarnaast kunnen er langs de warmtenetten verspreid kleinere bronnen ontwikkeld worden. Onderstaande tabel geeft dit mogelijke scenario weer. Het scenario is indicatief om aan te geven dat er verschillende mogelijkheden zijn.

Jaar	warmtevraag	aftapwarmte ARN	rest-warmte ARN	TEO Waal	geothermie	TEA RWZI	overig (lucht, zon, restwarmte, kleinschalig TEO/TED)
2025	30 MW	25-30 MW	0-5 MW	-	-	-	
2035	60 MW	25-45 MW	20-30 MW	0-10 MW	-	-	
2050	80-120 MW	-	-	0-50 MW	0-20 MW	0-20 MW	0-50 MW

De inpassing van deze bronnen vindt zoveel mogelijk plaats langs het transportnet van het warmtenet. Zie onderstaande figuur voor een impressie van de mogelijkheden om bronnen in dit scenario te realiseren (dit is enkel indicatief ter illustratie, geen werkelijk ontwerp).



Infographic: © Edo Nauta, 2025

1. Inleiding

Nijmegen heeft inmiddels meer dan tien jaar ervaring met warmtenetten. Een warmtenet is een buizenstelsel waarbij warm water rechtstreek bij de gebruiker gebracht wordt, zodat de gebruiker zelf niet langer een aardgasketel nodig heeft. Daarmee is het een belangrijke oplossing in de warmtetransitie, waarmee we toewerken naar een aardgasvrije gemeente. Het water in het warmtenet kan door verschillende bronnen verwarmd worden. Het biedt daarmee ook flexibiliteit. Bronnen die nu beschikbaar zijn om warmte te leveren aan het warmtenet kunnen met de tijd vervangen worden door alternatieven, als nieuwe inzichten, technieken of financiering beschikbaar is.

De huidige hoofdbron van ons warmtenet ligt nu net buiten de gemeentegrens: de afvalverbrandingsinstallatie (AVI) in Beuningen genaamd ARN. Bij de ARN wordt afval gescheiden, gecomposteerd, gestort en wordt elk uur van het jaar afval verbrand, waarbij hitte vrijkomt. Dankzij de ARN kunnen we op groot vermogen voor een relatief lage prijs warmte beschikbaar maken voor ons warmtenet. Maar afvalverbranding roept ook vragen op. Op welke manieren kunnen we de warmte die vrijkomt gebruiken? En is er genoeg warmte voor alle warmtenetten in zowel Nijmegen als de regio? Hoe duurzaam is het om ons afval te verbranden? Hoe lang is er nog afval beschikbaar? Deze onzekerheden vragen om een verdere uitwerking van een bronnenstrategie. Voordat we meer warmtenetten ontwikkelen moeten we weten dat er voldoende duurzame bronnen zijn, nu én in de toekomst.

Helemaal zonder aardgas?

Verreweg de meeste warmte in het warmtenet wordt geleverd vanuit de ARN. Dit noemen we de basisbron. Maar een klein deel van het jaar (bijvoorbeeld als het heel koud is of bij onderhoud in de ARN) komt de warmte van een aparte centrale. Dit noemen we de hulpwarmtecentrale. Daar wordt nu nog aardgas verbrand. Helemaal aardgasvrij is de warmte van het warmtenet dus nog niet.

Omdat maar een klein deel van de warmte (ongeveer 5-10%) uit de hulpwarmtecentrale komt gaat deze bronnenstrategie vooral over de invulling van de basisbron. Met een duurzame basisbron wordt al heel erg op het gasverbruik bespaard. Om helemaal aardgasvrij te worden zal op termijn ook de hulpwarmtecentrale aardgasvrij worden. Meer hierover is te lezen in paragraaf 3.3 en 5.7.

1.1 Doelstelling

Doel van de bronnenstrategie is inzicht verwerven in de beschikbare bronnen voor de warmtenetten van Nijmegen en de bronnenmix van de toekomst. Dit uitgesplitst in een tweetal scenario's. Doel is om comfort te krijgen bij voldoende beschikbaarheid van bronnen voor het warmtenet, nu en in de toekomst. Hoofdvraag is dan ook:

Zijn er voldoende bronnen om de warmtenetten van Nijmegen te voorzien van warmte, nu en in de toekomst, rekening houdend met de eigenschappen van de warmtenetten, steeds strengere CO₂-normering en mogelijk wegvallen van afvalverbranding als warmtebron.

Het doel is niet om te komen tot een verdeling van bronnen op basis van specifieke hoeveelheden. Aan de ene kant is er namelijk onzekerheid over de ontwikkeling van warmtevraag en ontwikkeling van bronnen. Aan de andere kant hebben warmtebedrijven de vrijheid om zelf een keuze te maken in toe te passen bronnen. Dit schrijven wij als gemeente niet voor.

Een bronnenstrategie moet toekomstbestendig en robuust zijn. We geven dan ook een overzicht van alle beschikbare bronnen rondom Nijmegen, met per bron de perspectieven om aanvullend op of ter vervanging van de ARN te fungeren. Het “Ontwikkelperspectief duurzame warmtebronnen” van het ministerie KGG¹ vormt daarbij een belangrijke bron van informatie. De bronnenstrategie sluit af met twee mogelijke scenario’s van een volledige en duurzame bronnenmix in 2050.

1.2 Scope

Deze bronnenstrategie heeft betrekking op de bronnen voor de grote warmtenetten van Nijmegen. Dit zijn warmtenetten die op midden temperatuur (70 °C) warmte leveren aan de eindgebruiker. In de warmtevisie zijn verschillende gebieden aangewezen waar deze warmtenetten nu warmte leveren en/of onderzoek plaatsvindt naar de haalbaarheid van deze netten. Aanpak 2, 3, 4 en 5 uit de warmtevisie hebben betrekking op deze warmtenetten (zie ook Figuur 1 uit paragraaf 3.1).

Naast deze grootschalige warmtenetten zijn er delen van Nijmegen waar lage temperatuur warmtenetten gerealiseerd worden. Of waar we ruimte laten aan (hybride) warmtepompen en kleinschalige initiatieven. Deze warmtenetten zijn (veel) kleiner en maken typisch gebruik van lokale, lage temperatuur omgevingsbronnen. Voorliggende bronnenstrategie gaat niet in op de bronnen voor deze netten. Vanwege de grote verscheidenheid in kleine lage temperatuur warmtenetten en bijbehorende bronnen zal op projectbasis uitgewerkt moeten worden welke bron er voor dit soort warmtenetten geschikt is.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt een toelichting gegeven op de rol van de gemeente en andere stakeholders bij de bronnenstrategie. Dit geeft meer inzicht in wat de lezer wel en niet kan verwachten van deze strategie. In hoofdstuk 3 wordt beknopt een samenvatting gegeven van de situatie in Nijmegen met betrekking tot warmtenetten. Een warmtenet bestaat uit de afnemer, de infrastructuur en de bron. En alhoewel de bron hier centraal staat, is het voor de context nodig om ook iets over de afnemers en de infrastructuur te zeggen.

Hoofdstuk 4 geeft meer informatie over de ARN als warmtebron. In hoofdstuk 5 volgt een overzicht van overige beschikbare bronnen met bijbehorende eigenschappen. Ook minder kansrijke bronnen en opslag en pieklevering van energie wordt beschreven. In hoofdstuk 6 leest u de scenario’s waarmee de Nijmeegse warmtenetten de bronnenmix richting 2050 kunnen invullen. Hoofdstuk 7 biedt de conclusies van deze strategie.

¹ Ministerie van Klimaat en Groene groei (2024) – Ontwikkelperspectief duurzame warmtebronnen

2. De verschillende rollen en stakeholders

Samenvatting

- De gemeente bepaalt straks waar nieuwe warmtenetten komen. Dit kunnen we alleen doen als we weten of er voldoende (duurzame) bronnen zijn. Vandaar dat we werken aan een bronnenstrategie.
- Europees en nationaal beleid is bepalend voor de bronnenstrategie van warmtenetten. Daar wordt namelijk bepaald hoe duurzaam een bron is en welke subsidie er is voor verschillende bronnen. En dus welke bronnen financieel haalbaar gerealiseerd kunnen worden.
- Warmtebedrijven bepalen zelf welke bronnen zij gebruiken. Ze kunnen dus afwijken van de gemeentelijke bronnenstrategie. Ze moeten wel een strategie uitwerken om aan leveringszekerheid- en duurzaamheidseisen te blijven voldoen. Als aandeelhouder van een publiek warmtebedrijf kunnen we als gemeente invloed uitoefenen op de bronnenstrategie van dat warmtebedrijf.

Verschillende partijen hebben invloed op de ontwikkeling van duurzame bronnen. In dit hoofdstuk wordt de rol van de belangrijkste partijen nader toegelicht.

2.1 Gemeente

Met het Klimaatakkoord heeft de gemeente de rol gekregen om de regie te voeren over de gebiedsgerichte aanpak richting een aardgasvrije gebouwde omgeving. Vanuit die rol is het aan de gemeenten om te bepalen waar en op welke manier gebieden aardgasvrij worden. Dit beschrijven we in onze warmtevisie². Daar waar we de voorkeur uitspreken voor een warmtenet moet dit haalbaar zijn. Inzicht in de beschikbare bronnen is daarbij randvoorwaardelijk. Zijn er namelijk geen goede toekomstbestendige bronnen, dan komt warmtelevering met een warmtenet vroeg of laat in gevaar. En daarmee de leveringszekerheid van warmte aan onze inwoners. Voorliggende gemeentelijke bronnenstrategie is dan ook nodig om als gemeente te bepalen waar we uitspreken dat er daadwerkelijk een warmtenet moet komen. Zie daarbij ook onderstaande kader over de warmtekavels in de Wet Collectieve Warmte. Echter, verschillende partijen hebben een rol te vervullen in de uiteindelijke ontsluitingen van de bronnen voor een warmtenet.

De Wet Collectieve Warmte (WCW)

De WCW staat ook wel bekend als de nieuwe warmtewet. De wet gaat naar verwachting op 1 juli 2026 in. Binnen de WCW kan het college van B&W gebieden aanwijzen waar een warmtenet gerealiseerd moet worden, zogenaamde warmtekavels. Het college van B&W baseert zich daarbij op de aanpakken uit de warmtevisie. Een gemeente moet vooraf een redelijke onderbouwing geven dat een warmtenet in zo'n gebied daadwerkelijk haalbaar is en de laagste maatschappelijke kosten heeft. Inzicht in de beschikbare bronnen is daarvoor cruciaal. Hoe, wanneer en welke bronnen gebruikt worden is dan weer niet aan de gemeente. Dat is de keuze van het warmtebedrijf dat aangewezen wordt op dat kavel. Het aangewezen warmtebedrijf werkt dit uit in een kavelplan. Dit kavelplan moet goedgekeurd worden door het college van B&W voordat tot realisatie over wordt gegaan.

² Gemeente Nijmegen (2024) – Warmtevisie 2024 “Oude Stad, Nieuwe Warmte”

2.2 Nationale en Europese beleidsmakers

De keuze om bronnen te ontwikkelen gaat verder dan enkel de aanwezigheid van die bron in een bepaald gebied. De betaalbaarheid, duurzaamheid conform geldende normen en mogelijkheden om de bron te ontsluiten spelen daarin mee. In belangrijke mate bepalen Europese en nationale wetgevers deze factoren. Zij bepalen hoe berekend moet worden hoe duurzaam een bron is. En met subsidies of juist belastingen bepalen ze in belangrijke mate welke bron financieel haalbaar te gebruiken is en welke niet. Als gemeente hebben we hier beperkt invloed op. Zo kan het zijn dat een bron in onze gemeente wellicht duurzamer is dan een huidige bron maar vanwege onvoldoende subsidies niet ontwikkelt kan worden.

Ook de mogelijkheid om een bron te ontsluiten wordt vaak mede bepaald door nationale en Europese wetgevers. Zij geven bijvoorbeeld kaders voor een circulaire economie en bepalen zo de beschikbaarheid van afval als warmtebron. Beleid kan ook invloed hebben op de wenselijkheid en beschikbaarheid van bronnen zoals biomassa, groen gas of waterstof. En op de grip op netcongestie en daarmee de mogelijkheid om lage temperatuurbronnen te ontsluiten waar een grote elektriciteitsaansluiting voor nodig is.

Alhoewel het einddoel inmiddels vaststaat (een klimaatneutrale Europese Unie in 2050) wordt het instrumentarium om dat doel te bereiken regelmatig aangepast. Bronnen die eerst actief gestimuleerd worden krijgen een kleinere rol (bijvoorbeeld biomassa³), bronnen die veelbelovend leken komen lastig van de grond (bijvoorbeeld waterstof⁴) en andere bronnen moeten juist meer gaan bijdragen aan de doelen (bijvoorbeeld kernenergie⁵). Dit maakt het lastig om een bronnenstrategie vast te leggen voor de komende 25 jaar. Voorliggende strategie zal dus aan verandering onderhevig blijven. En welke bron het beste (of überhaupt) gebruikt kan worden is niet enkel aan ons als gemeente, maar wordt in belangrijke mate op nationaal en Europees niveau bepaald.

2.3 Warmtebedrijven

De warmtebedrijven zijn conform de warmtewet verantwoordelijk om de leveringszekerheid van hun warmte te garanderen. In steeds belangrijkere mate worden ze ook verantwoordelijk om de duurzaamheid van hun geleverde warmte te verbeteren. De warmte moet uiterlijk in 2050 uitstootvrij geleverd worden. De opties om daar te komen moeten altijd afgewogen worden tegen de financiële mogelijkheden van het bedrijf. Bij het ontwikkelen van warmtenetten in nieuwe gebieden moet het warmtebedrijf aan kunnen tonen dat er voldoende bronnen op de korte en lange termijn beschikbaar zijn. Het bedrijf moet daarnaast aan kunnen tonen dat de duurzaamheidseisen nu en in de toekomst redelijkerwijs gehaald kunnen worden. Een warmtebedrijf is dus altijd zelf verantwoordelijk voor een bronnenstrategie voor zijn warmtenetten.

De aandeelhouders van het warmtebedrijf hebben invloed op de bronnenstrategie van het bedrijf. Zijn wij als gemeente aandeelhouder van een publiek warmtebedrijf, dan hebben

³ Ministerie van infrastructuur en waterstaat (2019) – Uitwerking afspraken Klimaatakkoord over duurzame biomassa

⁴ Planbureau voor de Leefomgeving (2025) - groene waterstof: de praktische uitdagingen tussen droom en werkelijkheid

⁵ Ministerie van economische zaken en klimaat (2022) - Nadere uitwerking van de afspraken uit het coalitieakkoord op het gebied van kernenergie

wij in die rol dus ook invloed op de bronnenstrategie van dat warmtebedrijf. Daarbij kan voorliggende strategie als basis dienen voor onze inbreng om te komen tot een bronnenstrategie van het publieke warmtebedrijf.

2.4 Bronontwikkelaars en bevoegd gezag

Volledig duurzame bronnen zijn onuitputtelijk en van iedereen. Niemand hoeft te betalen voor gebruik van de warmte in de lucht, de energie van de zon of het halen van warmte uit de ondergrond. De ontwikkeling van veel bronnen is echter wel voorbehouden aan een enkele ontwikkelaar, of vraagt goede afstemming met het bijbehorende bevoegd gezag. Zo kan warmtewinning uit water alleen met toestemming van het drinkwaterbedrijf, waterschap of Rijkswaterstaat. De ontwikkeling van aardwarmte is voorbehouden aan de concessiehouder van de opsporingsvergunning, in Nijmegen Tellus Nijmegen B.V.. Voor de meeste grote collectieve bronnen geldt dus dat gebruik pas mogelijk is als je eruit bent met de bronontwikkelaar en/of het bevoegde gezag van de bron.

De Autoriteit Consument en Markt (ACM) treedt op als bevoegd gezag van de warmtewet. De ACM controleert bij de warmtebedrijven of zij zich houden aan de vastgestelde regels met betrekking tot o.a. leveringszekerheid, tariefstelling, maximaal rendement en duurzaamheid. Ze toetst dus ook of het inzetten van verschillende bronnen volstaat om aan de warmtewet te (blijven) voldoen. Bij overtreding deelt de ACM boetes uit. In het uiterste geval wordt de licentie om warmte te mogen leveren ingetrokken.

3. Warmtenetten in Nijmegen

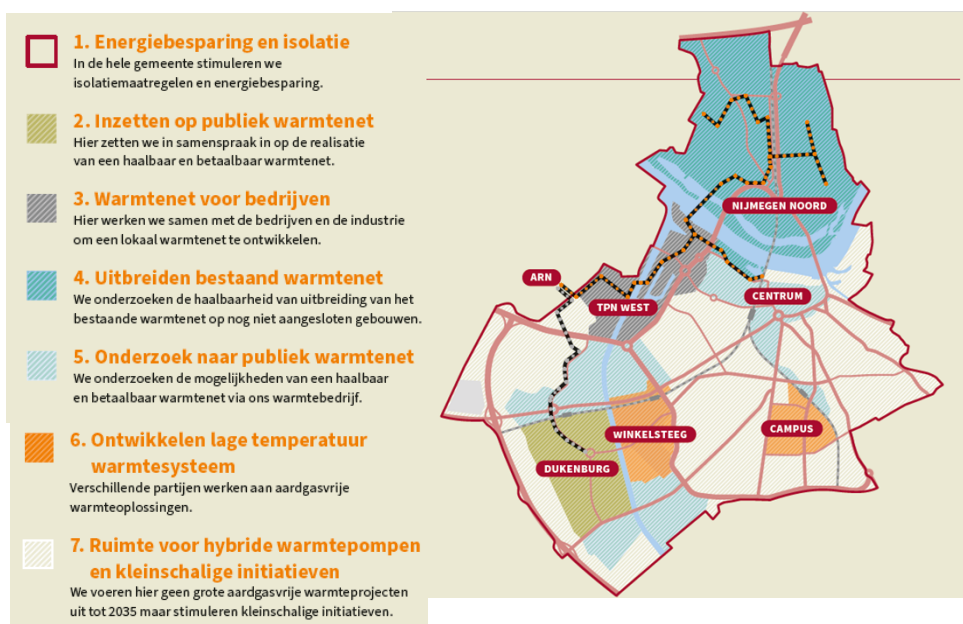
Samenvatting

- In Nijmegen gaan we conform de warmtevisie in verschillende stadsdelen de mogelijkheden voor warmtenetten onderzoeken. Om iedereen zonder hoge kosten of overlast aan te kunnen sluiten levert dit warmtenet **70 °C** bij de inwoner.
- Dit betekent dat warmtebronnen voor ons warmtenet minstens **85 °C** moeten produceren, rekening houdend met overdracht van warmte en verlies.
- Toekomstige warmtenetten moeten op zo'n manier ontworpen worden dat het mogelijk is om andere bronnen in te voeden. Dit betekent dat ze ontworpen moeten worden op een aanvoertemperatuur van maximaal **85 °C**.
- Op dit moment zijn er in Nijmegen Noord ongeveer 10.000 woningen aangesloten op het warmtenet. De bron levert nu maximaal 30 MW warmte. Rekening houdend met de plannen uit de warmtevisie kan dit groeien tot uiteindelijk **50.000** woningequivalenten. Dan is er **80 tot 120 MW** bronwarmte nodig.

Warmtenetten bestaan uit drie componenten: de afnemer, de infrastructuur en de bron. Voordat de bronnenstrategie beschreven wordt gaat dit hoofdstuk kort in op de afnemers en de infrastructuur.

3.1 De afnemer

Warmte wordt geleverd aan inwoners en ondernemers. Figuur 1 is overgenomen uit de warmtevisie, met daarbij de verschillende aanpakken richting een aardgasvrije stad. Grofweg wordt onderzoek gedaan naar warmtenetten in twee gebieden in Nijmegen: in en rondom stadsdeel Dukenburg en rondom Nijmegen Noord en centrum.



Figuur 1 – zeven aanpakken richting een aardgasvrije stad. Uit “warmtevisie 2024”

De aan te sluiten gebouwen worden uiteindelijk zoveel mogelijk geïsoleerd. Nijmegen heeft de ambitie om uiteindelijk alle woningen naar label B te isoleren. Het zal niet altijd zo zijn dat een woning al label B heeft voordat deze aangesloten wordt op een warmtenet. Isoleren gebeurt namelijk meestal op een natuurlijk moment (bijvoorbeeld een verhuizing of grote verbouwing) terwijl de aansluiting op een warmtenet het liefst kort naar elkaar in een gebied plaatsvindt. Om voor alle woningen voldoende warmte te kunnen leveren én direct aan de eisen te voldoen om warmtapwater te leveren⁶ wordt altijd 70 °C warmte geleverd aan de afnemer. Zou de aanvoertemperatuur verlaagd worden dan moeten alle woningen in het gebied eerst goed geïsoleerd zijn. Daarnaast zal dan in sommige gevallen de afgiftevoorziening ingrijpend aangepast moeten worden (denk aan betere radiatoren om het huis warm te krijgen op lage temperatuur). Ook zou er een aparte voorziening voor warmtapwater gerealiseerd moeten worden. De kosten nemen dan fors toe, net als de doorlooptijd en onzekerheid over het tempo van de aansluitingen. Ook vraagt dit veel meer van de inwoners, die ingrijpende aanpassingen in hun woning moeten doen waarbij zij veel tijd moeten investeren.

Bij het ontwikkelen van de bronnen moet dus rekening gehouden worden met de noodzaak om bij de afnemer 70 °C te leveren. Bij de overdracht van warmte tussen het transportnet en distributienet en het transport van warmte vinden altijd verliezen plaats. Daarom is het uitgangspunt dat de bron warmte van 85 °C⁷ moet leveren om betrouwbaar 70 °C bij de eindegebruiker te kunnen leveren.

Het bestaande warmtenet Nijmegen Noord

Vattenfall Warmte N.V. (verder Vattenfall) levert warmte via het warmtenet Nijmegen Noord aan de nieuwbouw in Waalfront en Waalsprong. Zij hebben hier het alleenrecht toe sinds de gunning van de concessie in 2012. In het afgelopen decennium zijn bijna 10.000 woningen aangesloten. Het net wordt nog steeds uitgebreid, met uiteindelijk ca 14.000 beoogde aansluitingen. De bron van het net is de afvalverbrandingsinstallatie ARN. Deze levert nu tijdens de zomer warmte van 80 °C en tijdens koude winterdagen 110 °C warmte aan het transportnet van Vattenfall. Via wijknetten wordt aan de woningen het gehele jaar warmte van 70°C geleverd.

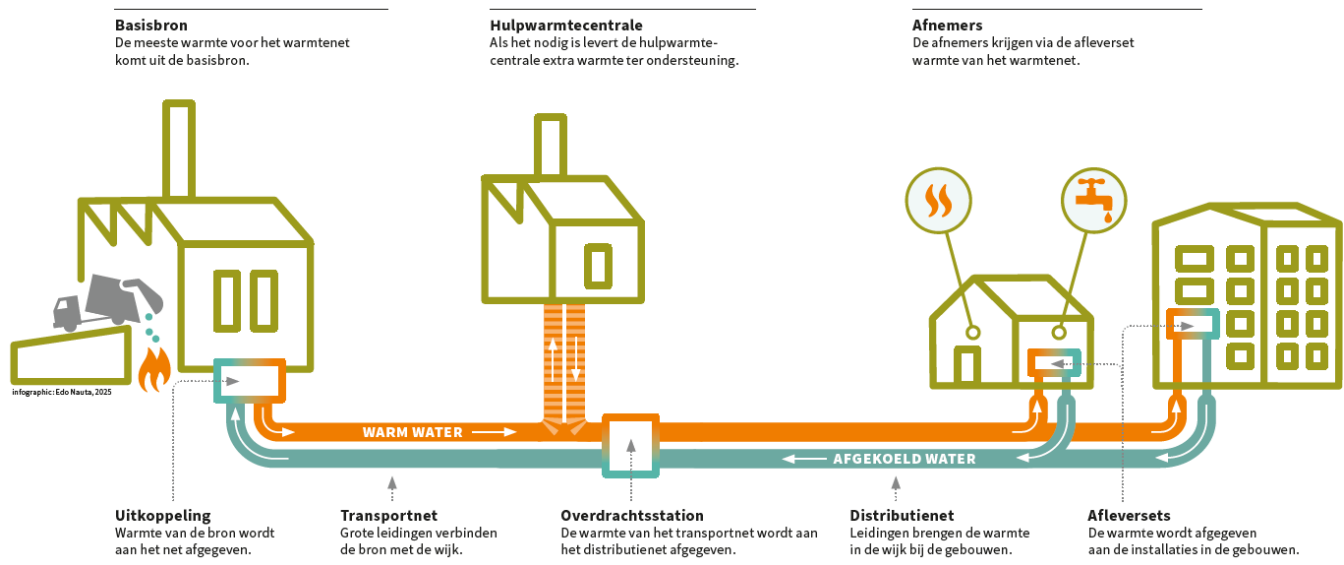
Vattenfall is zelf verantwoordelijk voor een bronnenstrategie voor dit warmtenet, zie ook paragraaf 2.3. In gesprek met Vattenfall geven zij aan bezig te zijn om deze strategie verder vorm te gaan geven. Welke bronnen Vattenfall hierbij in de toekomst in wil zetten is nu nog niet duidelijk. Dit zal ook afhankelijk zijn van de mogelijkheden om de maximale benodigde temperatuur in het transportnet te kunnen verlagen.

⁶ De productie van warm water voor douchen en als kraanwater is gebonden aan regels om legionellabesmetting te voorkomen. Concreet wordt dit vaak opgelost door het water op te warmen tot 65 °C om te garanderen dat er geen legionellabesmetting kan plaatsvinden.

⁷ Door optimaal netontwerp met goede isolatie en goede warmtewisselaars tussen het transport- en distributienet is het wellicht mogelijk om ook met iets lagere brontemperatuur uit te kunnen. Maar om voor nu aan de veilige kant te zitten wordt uitgegaan van een benodigde temperatuur van 85 °C.

3.2 Infrastructuur

Het transport van warmte van de bron naar de afnemer gaat via een buizenstelsel: de infrastructuur. Typisch bestaat dit uit twee aparte netten: het transportnet en het distributienet. De netten hebben verschillende druk en temperatuur, zo ontworpen dat warmte zo efficiënt en veilig mogelijk geleverd kan worden aan de eindgebruiker. Overdracht van warmte van het transportnet naar het distributienet vindt plaats in overdrachtstations (OS), ofwel in de openbare ruimte ofwel inpandig in bijvoorbeeld een appartementencomplex. Zie een overzicht van de onderdelen van een warmtenet in Figuur 2.



Figuur 2 – onderdelen van een warmtenet. De bron (helemaal links) – al dan niet gecombineerd met opslag – levert warmte aan het transportnet. Bij overdrachtstations wordt de warmte overgedragen aan een distributieleiding richting de eindgebruiker. Een hulpwarmtecentrale (midden) zorgt ervoor dat altijd warmte geleverd kan worden.

Realisatie van de infrastructuur is wat warmtenetten kostbaar maakt. Niet alleen de materialen moeten bekostigd worden, maar er gaat ook veel arbeid zitten in de realisatie. Hoe groter de leiding, hoe hoger de kosten voor zowel materiaal als arbeid. In het ontwerp worden de leidingen dan ook zo klein mogelijk gehouden.

Aandachtspunt bij het ontwerp van het net is de locatie van de bron(nen), nu én in de toekomst. Vanaf de bron vertakt het net zich en wordt het net steeds kleiner richting de verschillende eindgebruikers. Dat betekent ook dat het niet zomaar mogelijk is om later op een andere plek in het net een nieuwe bron toe te voegen. Als de leiding daar niet dik genoeg is kan de warmte van die bron niet bij alle gebruikers gebracht worden.

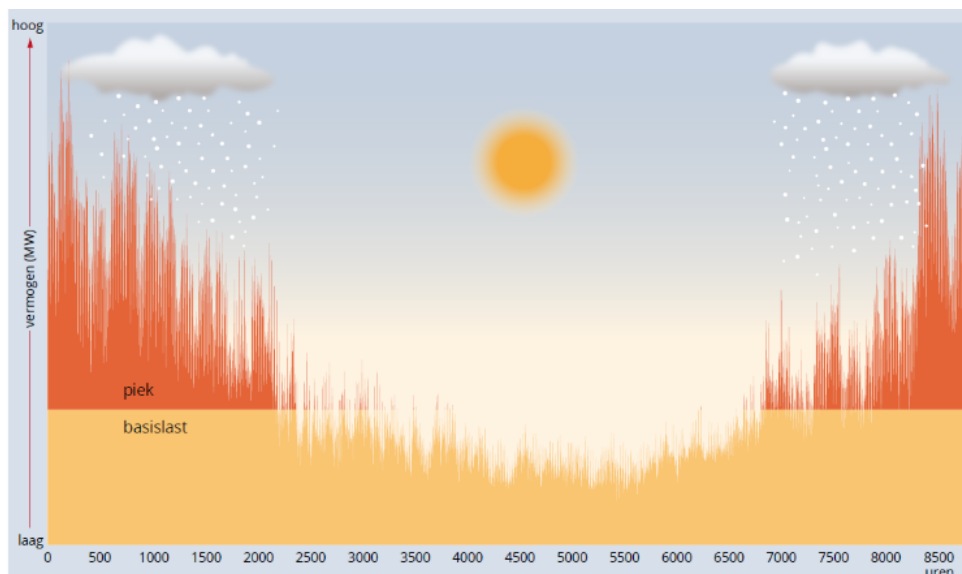
Een tweede aandachtspunt is dat de benodigde grootte van de leiding bepaald wordt door het vermogen dat afgeleverd moet worden. Vermogen wordt bepaald door de hoeveelheid water én het temperatuurverschil op het overdrachtspunt. Wil je uitkinnen met de helft van je water (en dus een kleinere leiding), dan moet je twee keer zoveel warmte kunnen overdragen op het eindpunt. Andersom betekent het dat als je een lagere temperatuur hebt in je net en je dus minder warmte kunt overdragen je meer water moet transporteren om hetzelfde vermogen te leveren. Dit gegeven is bepalend bij de keuze voor de benodigde

brontemperatuur. In eerste instantie een warmtenet ontwerpen op hoge temperatuur en later de temperatuur verlagen is namelijk niet altijd mogelijk. Met die lagere temperatuur kan namelijk niet hetzelfde vermogen geleverd worden aan de eindgebruiker. Ontwerp van het warmtenet moet dus al rekening houden met beschikbaarheid van toekomstige bronnen en de toekomstige temperatuur van het net. De bronnenstrategie van een warmtebedrijf moet hier ook rekening mee houden. Zo is het misschien mogelijk om alle warmte uit één heel grote bron te halen, maar het zal vervolgens niet mogelijk zijn die warmte ook door de leidingen te krijgen. Door verschillende bronnen, verspreid over de gemeente, te realiseren vormt de capaciteit van de infrastructuur minder snel een knelpunt. Dit wordt verder uitgewerkt in de scenario's in Hoofdstuk 6.

3.3 Benodigde bronwarmte in Nijmegen

De piek in warmtevraag komt slechts zelden voor in een jaar. Om geen dure investeringen te doen in een warmtebron die maar beperkt gebruikt wordt, wordt de piek meestal geleverd met een aparte voorziening. De warmtebron levert dan de basislast en een hulpwarmtecentrale levert de pieklast. Dit concept is weergegeven in Figuur 3. Omdat de piek slechts kort voorkomt kan met het leveren van basislast een groot deel van de energie geleverd worden. Zo is er weinig vermogen vanuit de bron voor de basislast nodig (slechts 30 tot 50% van het totaal) maar daar kan wel 70 tot 95% van de energie mee geleverd worden.

Bij het leveren van basislast en pieklast worden verschillende technieken zo optimaal mogelijk ingezet. Voor de basislast worden typisch technieken ingezet die goedkoop veel energie kunnen leveren. Zo kan beschikbare restwarmte ingezet worden. Of warmte uit een geothermiebron. Voor de pieklast worden juist technieken ingezet die met weinig investeringskosten veel vermogen kunnen leveren zoals een gasketel of elektrische boiler. Het is weliswaar duurder om deze technieken te gebruiken, maar omdat ze enkel in de piek nodig zijn is het belangrijker om te besparen op de investeringskosten. Meer over de piekvoorziening is te lezen in paragraaf 5.7.



Figuur 3 – voorbeeld warmteproductieprofiel warmtenet⁸. Een warmtebron levert de basislast jaarrond (gele deel grafiek). De pieken komen weinig voor, alleen in de winter. Een aparte voorziening levert de pieklast tijdens de koude uren in de winter (rode deel grafiek).

Op dit moment wordt door de ARN maximaal **30 MW** warmte geleverd aan het warmtenet in Nijmegen Noord. Hiermee wordt de basislast geleverd⁹. Daarmee worden nu 10.000 woningen en in de toekomst **14.000 woningen** van warmte voorzien. In de warmtevisie zijn verschillende gebieden aangewezen voor verdere ontwikkeling en onderzoek naar de realisatie van warmtenetten. Worden in al deze gebieden warmtenetten gerealiseerd dan worden tot **50.000 woningequivalenten** aangesloten op een warmtenet. Daarvoor is dan **80 tot 120 MW** bronwarmte nodig voor de basislast. Dit is bepalend voor de verdere uitwerking van de bronnenstrategie. Er moeten voldoende bronnen beschikbaar zijn om mee te kunnen groeien met deze stijgende warmtevrage.

Na mate het warmtenet groeit en er meerdere bronnen ontwikkeld worden is er meer afstemming nodig om de bronnen goed in te zetten. Optimale inzet van bronnen wordt ook bereikt door hiervoor regionale afstemming op te zoeken. Met buurgemeenten Wijchen en Beuningen werken we samen aan de regionale verdeling van bronnen. Voorliggende bronnenstrategie geldt voor de situatie in Nijmegen, maar afstemming hierover vindt regelmatig plaats met de buurgemeenten.

⁸ Uit RES Rotterdam Den Haag (2021) – Notitie “Werking van warmtenetten”

⁹ Alhoewel de ARN de basislast levert aan het warmtenet in Nijmegen Noord verschilt het geleverde vermogen. Op koude dagen is dit 30 MW, maar tijdens de zomer zakt het geleverde vermogen tot minder dan de helft hiervan. Ook de geleverde temperatuur verschilt, van 110 °C in de winter tot ongeveer 80 °C in de zomer.

4. Huidige warmtebron: ARN

Samenvatting

- Afvalverbrandingsinstallatie ARN levert nu warmte aan het warmtenet Nijmegen Noord.
- Het warmtenet krijgt nu vooral aftapwarmte: een deel van de warmte waarmee anders elektriciteit gemaakt zou worden wordt nu gebruikt voor het leveren van warmte aan het warmtenet.
- Het verlies aan elektriciteitsproductie bepaalt ook de duurzaamheid van aftapwarmte. Die elektriciteit moet dan elders geproduceerd worden. Zolang dat op een niet-duurzame manier gebeurt is aftapwarmte ook niet duurzaam.
- De ARN zou nog veel meer warmte kunnen leveren, vooral uit de restwarmtestromen. Deze warmte gaat nu verloren. Gebruik van deze warmte is dus volledig duurzaam. De restwarmte is wel van lagere temperatuur.
- Het is nu nog onduidelijk hoeveel afval er in de toekomst is in Nederland en welke rol ARN dan speelt in de verwerking ervan. Omdat er geen garantie is over de toekomst van ARN zal ook gekeken moeten worden naar alternatieve warmtebronnen voor het Nijmeegs warmtenet.

In Nijmegen Noord wordt warmte geleverd met een warmtenet. De bron voor dit warmtenet is het gebruik van warmte van afvalverbrandingsinstallatie (AVI) ARN. In dit hoofdstuk wordt verder toegelicht hoe de ARN warmte produceert, de mogelijkheden van ARN om extra warmte te leveren en het toekomstperspectief van deze warmte.

4.1 De ARN als energieproducent

De primaire taak van de ARN is het verwerken van afval. Afval wordt zoveel mogelijk gescheiden en hergebruikt. Reststromen worden waar mogelijk verbrand en in het laatste geval wordt afval gestort. Bij de verbranding van afval komt energie vrij. Die energie moet weggekoeld worden om een zo optimaal mogelijk verbrandingsproces te garanderen. De vrijgekomen energie wordt gebruikt om elektriciteit te produceren. Dit kan alleen met stoom onder hoge druk. Nadat de druk is afgenomen wordt de stoom verder afgekoeld. De vrijgekomen warmte en de warmte die vrijkomt tijdens het reinigingsproces van de rookgassen is **restwarmte**. Deze heeft een temperatuur van 20 °C tot 75 °C. Een deel van deze restwarmte wordt nu geleverd aan de naastgelegen rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI). Het grootste deel van de restwarmte wordt via de lucht weggekoeld en wordt dus niet nuttig gebruikt.

Naast de productie van elektriciteit levert de ARN sinds 2015 ook warmte aan het warmtenet van Nijmegen. Dit is in belangrijke mate **aftapwarmte**: tijdens en na de opwekking van elektriciteit wordt een deel van de stoom gebruikt voor het produceren van warmte. Dit gaat deels ten koste van de productie van elektriciteit. Door gebruik te maken van aftapwarmte kan warmte geleverd worden van hoge temperatuur (tot 110 °C) zodat in de winter veel vermogen met het warmtenet geleverd kan worden.

Op dit moment ligt er een contract vanuit ARN om 30 MW warmte te leveren aan het warmtenet Nijmegen Noord. Door de verschillende warmtestromen in de ARN verder te benutten zou de ARN nog meer dan **90 MW** extra warmte kunnen leveren, voor een totaal

van meer dan **120 MW**. Het gaat daarbij zowel om aftapwarmte als restwarmte, waarbij de verhouding tussen die twee onder andere afhankelijk is van de verduurzaming bij de ARN zelf. In alle gevallen zou de beschikbare warmte voldoende moeten zijn om de totale toekomstige basislast van alle warmtenetten in Nijmegen te kunnen leveren.

Aandachtspunt is dat ook de buurgemeenten gebruik willen maken van deze beschikbare warmte. In overleg wordt een goede verdeling van deze warmte besproken. De regionale warmtevraag wordt periodiek inzichtelijk gemaakt en vergeleken met het aanbod van ARN. Zou houden we zicht op de benodigde warmte, de planning van uitbreiding van de warmtenetten en de noodzaak om alternatieve bronnen te ontwikkelen.

4.2 De duurzaamheid van warmte van de ARN

De meeste warmte die de ARN op dit moment levert aan het warmtenet is aftapwarmte¹⁰. Dit gaat ten koste van de elektriciteitsproductie van de ARN. Om de duurzaamheid van deze aftapwarmte te bepalen wordt dan ook gekeken hoeveel elektriciteitsproductie ‘verloren’ gaat. Alle elektriciteit die niet geproduceerd wordt moet immers elders geproduceerd worden. Bij die elektriciteitsproductie komt CO₂ vrij. Dit is de CO₂ uitstoot en dus de duurzaamheid van de aftapwarmte¹¹. Op basis van de normering uit 2023 was de uitstoot van de aftapwarmte daarmee ongeveer **10 kg CO₂/GJ**.

De duurzaamheidsprestatie van een warmtenet

Binnen de huidige warmtewet zijn warmtebedrijven verplicht om te rapporteren over de duurzaamheid van hun warmtenetten. De totale CO₂ uitstoot per geleverde GJ warmte wordt bepaald door de uitstoot van verschillende energiestromen bij elkaar op te tellen:

- De uitstoot van de bron voor de basislast (in dit geval ARN, 10 kg CO₂/GJ)
- De uitstoot van de hulpwarmtecentrale voor de pieklast (in dit geval een gasketel)
- De verliezen van warmte in het warmtenet
- De uitstoot van pompenergie om het water in het warmtenet rond te pompen

Vattenfall heeft in 2023 een uitstoot van **19,6 kg CO₂/GJ** gerapporteerd voor het warmtenet Nijmegen-noord. Dit wordt onafhankelijk gecontroleerd door TNO. Een cv-ketel stoot **58,5 kg CO₂/GJ** uit. Met het warmtenet wordt dus **66% CO₂ reductie** gerealiseerd.

Op dit moment wordt gewerkt aan een nieuwe warmtewet. Daarin worden ook regels opgenomen over de duurzaamheid van warmtebronnen. Het uitgangspunt voor aftapwarmte wordt dat de misgelopen elektriciteit door een gascentrale moet worden opgewekt. Nu wordt bij de verrekening nog gerekend met de landelijke elektriciteitsmix, die deels al duurzaam is. In de nieuwe normering neemt de duurzaamheid van aftapwarmte dan ook af. Bij ingang van de nieuwe warmtewet (na verwachting 1 juli 2026)

¹⁰ Een deel van de warmte wordt onttrokken tijdens en een deel na de productie van elektriciteit. Dit wordt nu allemaal als aftapwarmte gerapporteerd in het net van Nijmegen Noord. Maar het deel wat na de productie van elektriciteit wordt onttrokken zou ook als restwarmte gezien kunnen worden. Dit moet verder onderzocht worden.

¹¹ Duurzaam kan verschillende dingen betekenen. In deze context gaat het waar duurzaamheid staat om de duurzaamheidsprestatie in relatie tot uitstoot van broeikasgassen. Dit zijn ook termen zoals ze in de warmtewet worden gebruikt. Of het proces van warmtewinning uit afval een tot in de toekomst haalbaar – en dus duurzaam – proces is wordt verder beschreven in paragraaf 4.3.

zal de uitstoot van aftapwarmte vastgesteld worden op **14 kg CO₂/GJ**. De warmtewet blijft in ontwikkeling en het is dan ook niet zeker hoe in de toekomst de uitstoot van aftapwarmte genormeerd gaat worden.

Naast aftapwarmte wordt ook gebruik gemaakt van de restwarmtestromen van de ARN. Dit is warmte die anders verloren gaat. In principe is de uitstoot daarvan dus **0 kg CO₂/GJ**. De temperatuur van de restwarmte is echter lager. Om daar op grote schaal gebruik van te maken zal een warmtepomp geplaatst moeten worden om de temperatuur te verhogen naar het juiste niveau. De elektriciteit die daarbij gebruikt wordt is nu nog niet volledig duurzaam. Na mate de elektriciteitsmix de komende jaren duurzamer wordt wordt het dus ook duurzamer om de restwarmte met warmtepompen te gebruiken.

Hoe duurzaam is warmte uit afvalverbranding als er CO₂ vrijkomt bij afvalverbranding?

Conclusie van deze paragraaf is dat de werkelijke CO₂ uitstoot van de ARN **niet direct een factor** is bij het bepalen van de duurzaamheid van de warmte van de ARN. Immers, restwarmte heeft altijd een uitstoot van 0 kg CO₂/GJ en bij ingang van de nieuwe warmtewet heeft aftapwarmte altijd een uitstoot van 14 kg CO₂/GJ. Mocht de ARN veel minder CO₂ gaan uitstoten, bijvoorbeeld door het realiseren van een CO₂ afvanginstallatie, dan verandert dat dus niets aan de duurzaamheid van de warmte. Het verandert wel iets in het aandeel van beschikbare restwarmte, omdat de CO₂ afvanginstallatie aftapwarmte zal gebruiken en restwarmte oplevert. Die restwarmte zal bovendien deels van hoge temperatuur zijn en daarmee direct inzetbaar voor het warmtenet.

Aandachtspunt bij het bepalen van de duurzaamheidseisen van de warmtebron is dat de waardering van de duurzaamheid afhangt van Europees en nationaal beleid. Zo wordt aftapwarmte bij een AVI met ingang van de nieuwe warmtewet vastgesteld op 14 kg CO₂/GJ. Dit wordt gedaan om te voorkomen dat warmtebedrijven enkel gebruik maken van aftapwarmte. De geleverde warmte moet namelijk steeds duurzamer gaan worden en met 14 kg CO₂/GJ zal men op termijn niet meer aan de normen kunnen voldoen. Het toevoegen van andere bronnen is dan nodig om wel de duurzaamheidseisen te halen. In de onderstaande tabel is de maximale toegestane uitstoot weergegeven op basis van de nu bekende wettekst. Voor het warmtenet in Nijmegen Noord – met een uitstoot van 19,6 kg CO₂/GJ – betekent dit dus dat vanaf 2033 niet meer aan de wet voldaan wordt als er niet verder verduurzaamd wordt.

	2027	2029	2031	2033	2035
Max CO ₂ uitstoot per GJ warmte	20.6	26.0	22.1	10.4	15.6

4.3 De toekomst van afval

In januari 2025 heeft het Kabinet de Tweede Kamer geïnformeerd over de beleidsvisie afvalverbranding¹². Deze beleidsvisie geeft de opvatting weer van de rijksoverheid over de toekomstige rol van afvalverbranding binnen een steeds meer circulaire samenleving. Een onderzoek van TNO vormt de achtergrond van de visie met betrekking tot de beschikbaarheid van te verbranden afval in Nederland¹³. De hoeveelheden beschikbaar Nederlands afval zijn als volgt:

Megaton (1 miljard kilo) Nederlands afval	
2021	7,1
2030	5,1 – 6
2050	2,5 – 6+

In de beleidsvisie wordt benadrukt dat de focus de komende jaren ligt op zoveel mogelijk hergebruik van materialen. Voorkomen moet worden dat afval verbrand wordt wat hergebruikt had kunnen worden. Tegelijkertijd laat het TNO onderzoek zien dat er ook in 2050 nog een behoorlijke hoeveelheid afval overblijft, met een grote bandbreedte van onzekerheid. De beleidsvisie benadrukt dat afvalverbranding in 2050 nog steeds nodig zal zijn en door het gebruik van afvang van CO₂ netto nul emissies heeft. Tegelijkertijd wordt ook aangegeven dat warmtebedrijven niet langer afhankelijk kunnen zijn van afvalverbranding. Andere duurzame bronnen moeten dan benut worden.

De uitwerking van het landelijke beleid over afvalverbranding moet de komende maanden en jaren verder vormkrijgen. Het ministerie voert maatwerkgesprekken met – in eerste instantie – de twee grootste AVI's in Nederland om te bepalen hoe deze kunnen bijdragen aan betere recycling, terugdringen van de CO₂ uitstoot en het afschalen van de capaciteit. In eerste instantie lijkt de ARN niet te hoeven vrezende voor capaciteitsafbouw. Een belangrijke reden is dat ARN een hoogcalorische verbrandingsoven is die als een van de weinige AVI's gevaarlijk afval mag verbranden en andere stromen die nu nog worden geëxporteerd omdat zij in Nederland moeilijk te verwerken zijn. Omdat desondanks onzeker is of en in welke vorm de ARN als AVI in de toekomst een rol zal blijven spelen in de afvalverwerking van Nederland is het nodig om in de bronnenstrategie ook uit te werken welke andere bronnen beschikbaar zijn voor de warmtenetten in Nijmegen. In het volgende hoofdstuk wordt het ontwikkelperspectief van deze bronnen voor Nijmegen gegeven.

¹² Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2025) - Beleidsvisie afvalverbranding in 2030 en richting 2050

¹³ TNO (2024) - Een verkenning naar de verbranding van Nederlands afval en de milieuprestatie in 2030 en 2050

5. Ontwikkelperspectief warmtebronnen

Samenvatting

Naast de ARN zijn er verschillende andere mogelijke warmtebronnen. Deze hebben elk een eigen ontwikkelperspectief in Nijmegen. De belangrijkste bronnen zijn restwarmte, aquathermie, geothermie, zonthermie en aerothermie.

Van de meeste bronnen is de potentie in Nijmegen de afgelopen jaren in studies onderzocht. Onderstaande tabel geeft dit overzicht. Aandachtspunt is dat in de praktijk altijd gekeken zal moeten worden naar de technische, ruimtelijke en financiële mogelijkheden van het inpassen van bronnen. De hier genoemde potentie zal dus niet altijd volledig te verzilveren zijn.

	Temperatuur bron	Potentieel vermogen
Restwarmte – Waal Energie	10-75 °C	Onbekend op dit moment
TEO – Waal	5-20 °C	Op basis van vraag
TEO – Maas Waalkanaal	5-20 °C	1 – 5 MW per onttrekkingspunt
TEA – RWZI	10-20 °C	20 MW
TED	10-15 °C	1 - 4 MW per onttrekkingspunt
Geothermie (ondiep)	40-60 °C	2-9 MW per bron
Geothermie (diep)	-	geen potentie
Geothermie (ultradiep)	140 °C	25 MW per bron, met zeer grote onzekerheidsmarge
zonthermie	10-90 °C	Beperkt in Nijmegen
aerothermie	-5-20 °C	Op basis van vraag

In dit hoofdstuk wordt het ontwikkelperspectief van de vijf belangrijkste warmtebronnen in Nijmegen gegeven: restwarmte, aquathermie, geothermie, zonthermie en aerothermie. Per bron wordt aangegeven wat de technische kansen zijn in Nijmegen, welke onderzoeken reeds gedaan zijn en welke onderzoeken nog lopen. Achtergrond over deze technieken is beschreven in factsheets van het Nationaal Programma Lokale Warmtetransitie (NPLW). Daar wordt op de verschillende plekken dan ook naar verwezen. Ook de factsheet warmte van het Nationaal Programma Regionale Energiestrategie (NP RES) is een goede bron voor achtergrondinformatie van de verschillende technieken¹⁴. Daar is meer te lezen over de duurzaamheid van de technieken en over de kosten daarvan. Deze algemene eigenschappen zullen in Nijmegen op hoofdlijnen hetzelfde zijn en worden hier dus niet verder uitgeschreven.

Daarnaast wordt het ontwikkelperspectief gegeven van enkele andere bronnen en energiedragers die naar verwachting om verschillende redenen geen – of een kleine – rol zullen spelen als warmtebron in Nijmegen. Afsluitend volgt een paragraaf over energieopslag en mogelijke piekvoorzieningen.

¹⁴ NP RES (2024) – Factsheet warmte – achtergrondinformatie per warmtebron

Veel van deze technieken zijn niet nieuw en worden al toegepast in Nederland en Europa. Praktijkvoorbeelden zijn gegeven in Bijlage 1.

5.1 Restwarmte

De definitie van restwarmte is onvermijdelijke thermische energie. Het wordt als bijproduct opgewekt bij industriële processen of stroomopwekkingsinstallaties zoals een AVI. Lees meer over restwarmte in de factsheet van het NPLW¹⁵. Restwarmte heeft afhankelijk van het proces meestal een temperatuur tussen de 20 en 75 °C. Om dit te gebruiken als bron voor het warmtenet zal een warmtepomp ingezet moeten worden. Deze warmtepomp verbruikt elektriciteit en die is op dit moment nog niet jaarrond volledig duurzaam. De duurzaamheid van restwarmte is dus rechtstreeks gekoppeld aan de duurzaamheid van onze elektriciteitsmix.

De toekomstbestendigheid van restwarmte is altijd onzeker. Omdat restwarmte een bijproduct is van een bepaald proces is de beschikbaarheid afhankelijk van dat proces. Vindt er een efficiëntieslag, verplaatsing of calamiteit plaats dan kan de hoeveelheid restwarmte van een proces afnemen of zelfs wegvallen.

In Nijmegen is er geen zware industrie, grote datacenters of stroomopwekkingsinstallaties binnen de gemeentegrenzen. De belangrijkste producenten van restwarmte zijn:

- Chipfabrikant NXP produceert restwarmte bij de koelingsprocessen van hun chipfabrikage.
- Het Radboud ziekenhuis produceert restwarmte bij verschillende koelingsprocessen. Dit is warmte van lage temperatuur (tot 20 °C).
- Mogelijk in de toekomst: restwarmteproductie op het terrein van de voormalige elektriciteitscentrale (Waal Energie).
- De ARN produceert restwarmte bij de verbranding van afval. Dit is warmte van 20 tot 75 °C. Meer hierover is te lezen in hoofdstuk 4.

Naast deze grote producenten zijn er verschillende kleinere producenten van restwarmte. Elk proces waarbij gekoeld moet worden heeft per definitie restwarmte. Dit komt voor bij bijvoorbeeld kantoren, supermarkten en laboratoria. De hoeveelheid beperkt zich over het algemeen tot warmte voor maximaal enkele gebouwen en is daarmee niet geschikt als significante bron voor het warmtenet.

Bij de processen van chipfabrikant NXP komt restwarmte vrij. De restwarmte heeft een lage temperatuur (tussen de 10 en 20 °C). NXP wil de warmte deels op hun eigen terrein gaan hergebruiken. In overleg met gemeente en ontwikkelaars zal gekeken moeten worden of de overige restwarmte gebruikt kan worden voor lokale ontwikkelingen. Als grootschalige bron voor het warmtenet is de restwarmte op dit moment geen optie.

Het Radboud ziekenhuis heeft in de universiteit een partner gevonden om de warmte uit te wisselen. Deze restwarmtebron wordt dus lokaal gebruikt. Mogelijk blijft er in de toekomst dusdanig warmte over op de campus dat deze ter beschikking gesteld kan worden aan de directe omgeving. Echter als bron voor het warmtenet zal dit naar alle verwachting te weinig zijn met te grote onzekerheid over de werkelijke potentie. De restwarmte is bovendien van lage temperatuur.

¹⁵ NPLW (2023) – Restwarmte | Nationaal Programma Lokale Warmtetransitie (nplw.nl)

Op de hoek van de Waal en het Maas Waalkanaal ligt het terrein van Engie genaamd Waal Energie. Hier heeft de Elektriciteitscentrale Gelderland lange tijd elektriciteit geleverd aan het landelijke net. De centrale is gesloopt, maar de locatie wordt nog gereserveerd voor een mogelijke nieuwe centrale. Bij het produceren van elektriciteit zal ook restwarmte geproduceerd worden, van mogelijk hoge temperatuur (gelijk aan het proces bij de ARN). Daarnaast wordt er ruimte gereserveerd op het terrein voor andere ontwikkelingen zoals de realisatie van een aquathermiecentrale (zie paragraaf 5.2), batterijpark, bedrijven en een tankstation voor waterstof. Ook deze functies kunnen in meer of mindere mate wellicht dienen als bron van restwarmte. Echter bij al deze ontwikkelingen is het nog onzeker wanneer deze precies plaats gaan vinden en hoeveel restwarmte daarbij geproduceerd wordt, op welke momenten in het jaar en op welke temperatuur.

5.2 Aquathermie

Aquathermie is benutting van warmte en koude uit water. We kunnen de thermische energie winnen uit:

- oppervlaktewater (TEO);
- rioolwater en afvalwater (TEA);
- drinkwaterleidingen (TED).

Lees meer over aquathermie in de factsheet van het NPLW¹⁶. Aquathermie is altijd een lage temperatuur warmtebron van tussen de 0 en 25 °C. Om dit te gebruiken als bron voor het warmtenet zal een warmtepomp ingezet moeten worden. Deze warmtepomp verbruikt elektriciteit en die is op dit moment nog niet jaarrond volledig duurzaam. De duurzaamheid van aquathermie is dus rechtstreeks gekoppeld aan de duurzaamheid van onze elektriciteitsmix.

Zolang er water beschikbaar is kan daar ook energie uit gehaald worden. Dit maakt aquathermie een zeer toekomstbestendige warmtebron.

In Nijmegen bieden alle vormen van aquathermie potentie. Dit biedt kansen om deze bronnen in te zetten als warmtebron voor het warmtenet, op verschillende locaties in de gemeente.

Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO)

Bij warmtewinning uit oppervlaktewater wordt water via een aanvoerleiding uit een waterlichaam gepompt. Na zuivering wordt de warmte uit het water gehaald bij een warmtewisselaar. Vervolgens wordt het water weer geloosd op hetzelfde waterlichaam. De te winnen warmte is afhankelijk van een tweetal factoren:

- de temperatuur van het water. In de zomer maximaal 25 graden, in de winter soms onder het vriespunt.
- de hoeveelheid water. Daarbij is ook de stroming van belang: bij veel stroming wordt er constant nieuw water met daarin warmte aangevoerd.

In Nijmegen is eerder onderzoek gedaan naar de potentie van TEO binnen het onderzoeksprogramma WarmingUp¹⁷. Daaruit blijkt dat vooral de Waal een enorme potentie biedt. Door de grote stroming in deze rivier stroomt er veel water met daarin energie langs. Bovendien zakt de temperatuur in de Waal in de winter meestal niet lager dan 5 °C.

¹⁶ NPLW (2023) – Aquathermie | Nationaal Programma Lokale Warmtetransitie (nplw.nl)

¹⁷ WarmingUp (2021) - Grootschalige aquathermie: realistische warmteoptie? Casus Nijmegen

Onderzoek naar de uitkoppeling van warmte uit de Waal is eerder gedaan op het terrein van de voormalige Elektriciteitscentrale Gelderland. De centrale werd gekoeld met water uit de Waal en deze onttrekkings- en infiltratiepunten zijn nog altijd aanwezig. Het terrein zelf is ook nog beschikbaar. Bovendien ligt het bestaande warmtenet in de buurt van dit terrein, met een aftakking naar TPN West, de overkant van de Waal en een aftakking richting het centrum. Dit maakt het een ideale locatie voor een grote aquathermiecentrale¹⁸. De opgewekte warmte kan dan rechtstreeks op het warmtenet ingevoerd worden.

Ook het Maas Waalkanaal biedt mogelijkheden voor de toepassing van TEO. Zowel het oppervlak als de stroming in het kanaal is echter veel kleiner ten opzichte van de Waal. Dit betekent dat er minder warmte onttrokken kan worden. Volgens het onderzoek van WarmingUp is er 95.000 GJ warmte beschikbaar in het Maas Waalkanaal. Deze warmte is echter vooral beschikbaar in de zomer en onmogelijk te onttrekken op één locatie (de warmte zit namelijk verspreid over het hele kanaal). Omdat het water in het kanaal in de winter verder afkoelt is dit minder geschikt als bron tijdens de winterdagen en juist dan is de warmte nodig. Er is bovendien minder ruimte voor het realiseren van een onttrekkings- en lozingspunt in of langs het kanaal. Bestaande waterkeringen zoals de dijken en damwanden mogen namelijk niet zomaar doorstoken worden. Gebaseerd op een beperkt aantal draaiuren per jaar en de noodzaak om meerdere onttrekkingspunten te realiseren zal er per punt naar verwachting mogelijke enkele MW warmte onttrokken kunnen worden. Daarbij is het gebruik van warmteopslag in de vorm van bijvoorbeeld bodemenergiesystemen nodig om de warmte ook in de winter te kunnen gebruiken.

Thermische energie uit afvalwater (TEA)

Bij warmtewinning uit afvalwater wordt energie gewonnen uit ons rioolwater. Dit kan voordat dit water bij de rioolwaterzuivering (RWZI) terecht komt of het kan daarna, bij het gezuiverde rioolwater na de RWZI (ook wel effluent genoemd). Omdat een RWZI beter functioneert bij hogere temperaturen van het rioolwater heeft het de voorkeur om warmte uit het rioolwater te halen ná het zuiveringsproces.

In regio Nijmegen wordt ons afvalwater gezuiverd in RWZI Weurt, naast de ARN. Nu levert de ARN nog restwarmte aan de RWZI zodat dit zuiveringsproces wordt bevorderd. Als de ARN in de toekomst meer warmte gaat leveren aan de warmtenetten in de regio zal het de levering van restwarmte aan het RWZI verminderen.

ARN heeft eerder een intern onderzoek laten doen naar de mogelijkheden van warmtewinning uit het effluent van de RWZI. De potentie is groot, zelfs als er geen restwarmte door de ARN aan de processen van de RWZI wordt geleverd. In dat geval is er ongeveer 400.000 GJ warmte beschikbaar, met een temperatuur tussen de 10 en 20 °C. Gebaseerd op 6.000 vollasturen per jaar en inzet van een warmtepomp kan er een vermogen van 20 MW geleverd worden.

Warmte kan ook gewonnen worden rechtstreeks uit de riolering. Dit wordt riothermie genoemd. In Nijmegen is de potentie daarvan in 2019 onderzocht door Syntraal¹⁹. De

¹⁸ Engie (2023) - Waal energie, aanjager voor een duurzame stad, stedenbouwkundig raamwerk en beeldkwaliteit

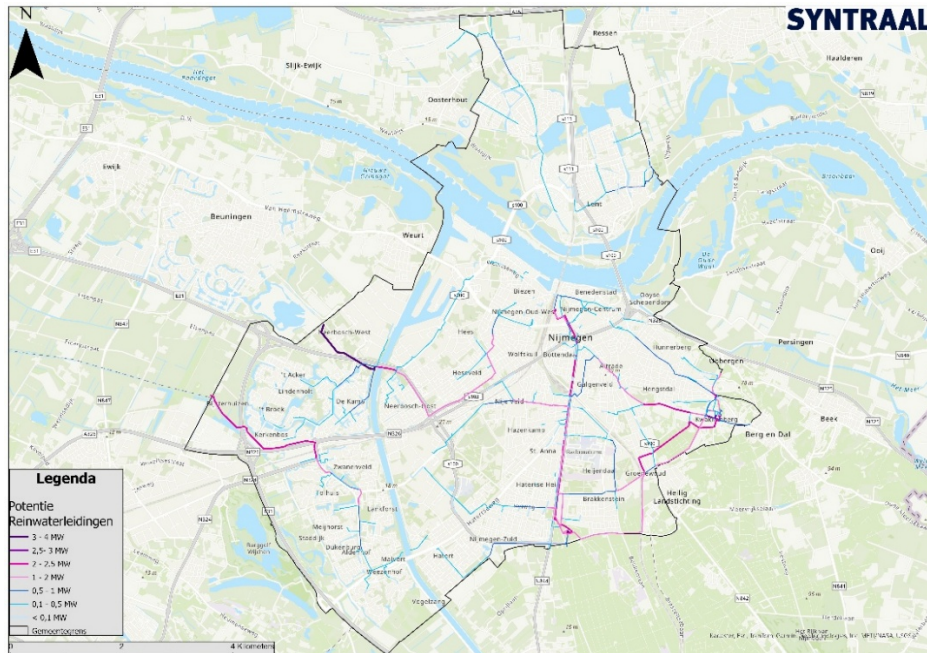
¹⁹ Syntraal (2019) – Potentie riothermie in Nijmegen

potentie is beperkt in verschillende leidingen aanwezig. Concreet zijn een paar kansen benoemd waarbij een enkele ontwikkelingen tot enkele honderden kW warmte zou kunnen winnen. Als significante warmtebron voor het warmtenet is de potentie te beperkt en te verspreid aanwezig.

Thermische energie uit drinkwater (TED)

Bij thermische energie uit drinkwater wordt warmte gewonnen uit drinkwaterleidingen. Daarbij kan het gaan om aanvoerleidingen van drinkwater richting zuiveringsinstallaties (ruwwater) of om drinkwaterleidingen richting de eindgebruikers (reinwater). In Nederland gelden er strenge eisen voor drinkwater, zowel in kwaliteit als in temperatuur. Onttrekking van energie uit het drinkwater mag nooit de kwaliteit van het drinkwater beïnvloeden. Zeker in de zomermaanden kan het echter wel gewenst zijn warmte uit drinkwater te halen, om het zo af te koelen tot een wenselijk niveau voor levering. Daarbij is het gebruik van warmteopslag in de vorm van bijvoorbeeld bodemenergiesystemen nodig om de warmte ook in de winter te kunnen gebruiken.

Vitens is bevoegd gezag van het drinkwater in Nijmegen. Zij hebben in 2025 Syntraal een opdracht gegeven om de potentie van energiewinning uit drinkwater in Nijmegen in kaart te brengen. Drinkwater wordt in Nijmegen gewonnen bij Heumensoord. Daarnaast is er aanvoer van drinkwater op twee plekken in het westen van Nijmegen. Op deze plekken is de hoeveelheid water het grootst en dus ook de potentie voor TED. In Neerbosch West kan tot 4 MW gewonnen worden in de leiding²⁰. Op andere grote leidingen zit dit tussen de 1 en 3 MW. Een overzicht hiervan is gegeven in Figuur 4.



Figuur 4 – potentie reinwaterleiding voor TED. De potentie is relatief groot in het westen en rondom het stadscentrum (donkerpaarse leidingen).

²⁰ Het is mogelijk om op meerdere plekken in het drinkwaterstelsel TED toe te passen. Er moet wel voldoende afstand tussen deze plekken zijn omdat het water anders te ver afkoelt. Een ondergrens van 1.000 m wordt typisch gehanteerd.

5.3 Geothermie

Geothermie is de winning van warmte uit de ondergrond beneden 500m. In Nederland spreken we bij de ondiepe ondergrond (tot 500m) niet van geothermie maar van bodemenergie. De bodem is op die diepte niet warmer dan 25 °C. Bovendien gelden op deze diepte regels over het in balans onttrekken en infiltreren van warmte. Het is dus niet mogelijk enkel warmte te onttrekken uit dit deel van de bodem. Daarom laten we bodemwarmte als bron buiten beschouwing. Dieper dan 500m spreken we van geothermie waarbij de temperatuur oploopt na mate je dieper boort. Voor een overzicht van deze categorieën, zie onderstaande tabel. Lees meer over geothermie in de factsheet van het NPLW²¹.

	Diepte	Temperatuur	Rechtstreeks geschikt *	Geschikt met warmtepomp* *
Bodemenergie	tot 500m	minder dan 25 °C	ZLT- of bron-net	LT- of MT-net
Ondiepe geothermie	500m-1500m	25 °C tot 55 °C	LT-net	MT-net
Diepe geothermie	1500m-4000m	55°C tot 100 °C	MT- en LT-net	HT-net
Ultradiepe geothermie (UDG)	> 4000m	meer dan 100 °C	HT-,MT- en LT-net	Alle netten

Figuur 5 – geothermie categorieën met bijbehorende eigenschappen²².

Met geothermie kan jaarrond dezelfde temperatuur geleverd worden. Dat maakt de bron stabiel dan warmtelevering uit omgevingsbronnen zoals zon, water of lucht. Aandachtspunt bij geothermie is dat de bron op termijn (30-50 jaar) uitgeput raakt. Dan zal een nieuwe bron op een andere locatie gerealiseerd moeten worden.

Voor Nijmegen is onderzoek gedaan naar de potentie van geothermie in samenwerking met Arnhem, Lingewaard en Overbetuwe (zogenaamde LOAN gemeenten)²³. De potentie van geothermie is in Nijmegen gunstig in de Formatie van Slochteren. Deze ligt op een diepte van 1.000 tot 1.800m, het diepste in het zuidwesten. Dit valt dus bijna volledig in de categorie “ondiepe geothermie”. In onze regio is er geen geschikte aardlaag voor “diepe geothermie”. De temperatuur van de potentiële ondiepe geothermie verschilt met de diepte, van ongeveer 40 °C tot 60 °C. Ook het te behalen vermogen verschilt, van ongeveer 2 MW per doublet tot 9 MW. De LOAN gemeenten doen op dit moment samen met EBN verder onderzoek naar de mogelijkheden van geothermie in de regio. Zo moet er extra seismisch onderzoek plaatsvinden en op termijn mogelijk een onderzoeksboring in de regio.

Op dit moment is een geothermiedoublet nog niet rendabel te realiseren, ook niet met gebruikmaking van de beschikbare subsidies. Dit kan in de toekomst veranderen met de beschikbaarheid van andere subsidies of met een stijging van de warmtetarieven. Aandachtspunt is dat in Nijmegen een geothermiebron maximaal 60 °C zal leveren. Bij

²¹ NPLW (2023) – Geothermie | Nationaal Programma Lokale Warmtetransitie (nplw.nl)

²² Uit Ministerie van Klimaat en Groene groei (2024) - Ontwikkelperspectief duurzame warmtebronnen

²³ IF Technology (2024) - Lokale potentiëstudie geothermie Lingewaard, Overbetuwe, Arnhem en Nijmegen

gebruik als bron voor het warmtenet is er dus nog een warmtepomp nodig. Daarmee nemen de kosten toe en is er extra elektriciteit nodig. Ook daarom is geothermie op dit moment niet rendabel ten opzichte van het gebruik van warmte van de ARN.

De ontwikkeling van ultradiepe geothermie (UDG) in Nijmegen is onzeker, ook omdat dit in Nederland nog nauwelijks is toegepast. Boringen naar deze diepte zijn bijzonder kostbaar en risicovol en worden daarom nog niet uitgevoerd. Eerder onderzoek is in een raadsinformatiebrief gedeeld met de Nijmeegse gemeenteraad²⁴. Op basis van seismisch onderzoek is er wel potentie in de aardlagen op ongeveer 3.500 m diepte maar de werkelijke doorlatendheid is onzeker. Omdat er warmte van hogere temperatuur op deze diepte onttrokken kan worden (140 °C) kan deze bron ook een rol spelen bij elektriciteitsproductie. Met een enkele bron kan 25 MW warmte geleverd worden. De potentie om deze bron te ontwikkelen zal afhangen van beschikbare financiering en ontwikkelingen in verschillende technologieën om te boren naar deze diepte. Gezien de grote onzekerheden en hoge kosten bij de ontwikkeling van geothermie op grote diepte heeft Energie Beheer Nederland (EBN) aangegeven voorlopig geen UDG project na te streven²⁵.

5.4 Zonthermie

Bij zonthermie wordt instraling van de zon gebruikt in de vorm van warmte. Verschillende type zonnecollectoren kunnen op verschillende manieren de straling van de zon omzetten in warmte, variërend in temperatuur van enkele graden tot meer dan 120 °C. Lees meer over zonthermie in de factsheet van het NPLW²⁶.

Zolang de zon schijnt kan er met zonthermie warmte geproduceerd worden. Dit maakt zonthermie een zeer toekomstbestendige warmtebron.

Er zijn een aantal uitdagingen bij de grootschalige toepassing van zonthermie als bron voor een warmtenet:

- Met zonthermie wordt alleen warmte opgewekt als de zon schijnt. Dit betekent dat er geen warmte geleverd kan worden in de nacht en maar beperkt tijdens donkere periodes met veel bewolking.
- Om voldoende warmte te leveren moeten er veel collectoren geplaatst worden, bij voorkeur in een veldopstelling. Dit betekent dat zonthermie veel ruimte inneemt.
- Om toch betrouwbaar warmte te leveren wordt zonthermie vaak gecombineerd met warmteopslag.
- Afhankelijk van het type collector is het nodig om de warmte verder op te waarden met een warmtepomp. Het elektriciteitsverbruik van deze warmtepomp moet zolang deze nog niet volledig duurzaam wordt opgewekt meegewogen worden in de duurzaamheid van de bron.

Vanwege de verschillende uitdagingen (ruimtebeslag, noodzaak tot opslag, noodzaak tot gebruik van warmtepompen) is zonthermie een bijzonder kostbare techniek met vooral

²⁴ Raadsinformatiebrief aan de gemeenteraad Nijmegen (2022) – Aardwarmte (Geothermie) in Nijmegen. Inclusief bijlage inhoudelijke technische achtergrondinformatie

²⁵ EBN (2020) – Geleerde lessen UDG rapporten

²⁶ NPLW (2023) – Zonthermie | Nationaal Programma Lokale Warmtetransitie (nplw.nl)

hoge investeringskosten. Gezien het benodigde ruimtebeslag zal er bij de eventuele toepassing van zonthermie gekeken moeten worden naar de randen van de gemeente. Dat maakt de techniek beperkt kansrijk voor onze gemeente. Het terrein van de ARN en de bijbehorende stortplaats biedt in de toekomst wellicht mogelijkheden voor zonthermie. Ook in de rest van Nederland wordt de techniek nog beperkt toegepast en vindt er weinig groei plaats van de hoeveelheid geleverde energie met zonthermie.

5.5 Aerothermie

Bij aerothermie wordt warmte gewonnen uit de buitenlucht. Dit gebeurt altijd in combinatie met een warmtepomp om de temperatuur op te waarden naar een niveau geschikt voor een warmtenet of eindgebruiker. Aerothermie is een flexibele techniek omdat de bron overal beschikbaar is. De bron is bovendien toekomstbestendig en er is geen bevoegd gezag voor het gebruik van warmte uit de lucht.

Aandachtspunt bij aerothermie is dat het aanbod aan energie tegenovergesteld is aan de vraag. Op koude dagen is er immers minder energie beschikbaar in de lucht maar is de vraag tegelijkertijd wel het grootst. Om dit deels op te vangen kan gewerkt worden met de opslag van warmte. Om ook op koudere dagen warmte uit de lucht te halen zal de warmtepomp meer energie verbruiken. Daarmee is de bron minder duurzaam dan warmtebronnen die op hogere temperatuur warmte kunnen leveren. Er treedt bovendien een belasting op het elektriciteitsnet op tijdens reeds bestaande piekmomenten.

Om gebruik te maken van aerothermie is er ruimte nodig voor warmtepompen met ventilatoren om de warmte te winnen. Daarbij moet rekening gehouden worden met eventueel geluidsoverlast. Alhoewel aerothermie minder hoge investeringskosten heeft zijn de operationele kosten hoger dan de meeste andere bronnen omdat er veel elektriciteit gebruikt wordt door de warmtepompen. De techniek wordt daarom nog niet veel op grote schaal toegepast bij warmtenetten. Het grote voordeel van aerothermie is dat de bron niet gebonden is aan een specifieke locatie. Dat maakt het mogelijk om de bron te ontwikkelen zo dicht mogelijk bij de locatie waar je het nodig hebt, als bron voor een groter warmtenet of in de directe omgeving van de afnemers.

5.6 Overige bronnen

Naast de vijf meest kansrijke bronnen uit het ontwikkelperspectief van duurzame bronnen zijn er daarnaast nog andere bronnen die in mindere mate kansrijk zijn als duurzame warmtebron. Om een volledig beeld te geven voor Nijmegen worden deze kort benoemd.

Waterstof

Waterstof is geen warmtebron maar een zogenaamde energiedrager. Waterstof kan namelijk niet op grote schaal ergens worden gevonden maar zal gemaakt moeten worden met een energiebron zoals elektriciteit of aardgas. Dit is een kostbaar proces waar bovendien veel energie verloren gaat. Bij de verbranding van waterstof om warmte te produceren gaat opnieuw energie verloren. Het heeft dan ook altijd de voorkeur om elektriciteit of aardgas rechtstreeks om te zetten in warmte en niet de tussenstap naar waterstof te maken.

In de toekomst krijgt waterstof mogelijk een rol om tijdens groot overschot van elektriciteit (op zonnige dagen of dagen met veel wind) dit om te zetten in waterstof. En de waterstof vervolgens te gebruiken op dagen met weinig elektriciteit. Op dit moment is er echter zeer beperkt duurzame waterstof beschikbaar. Als er straks meer waterstof is zal dit eerst ingezet worden op plekken die weinig alternatieven hebben, zoals zware industrie, mobiliteit of chemische processen. In de gebouwde omgeving zal maar beperkt waterstof beschikbaar komen²⁷.

Voor Nijmegen betekent dit dat waterstof als warmtebron voor onze warmtenetten niet op grote schaal beschikbaar zal zijn. In de toekomst kan het mogelijk gebruikt worden als brandstof in de hulpwarmtecentrales van de warmtenetten.

Groen gas

Groen gas wordt gemaakt uit vergistingsprocessen van organisch materiaal zoals GFT. Onder andere de ARN produceert groen gas uit GFT. Groen gas wordt nu beschikbaar gemaakt op ons gasnet om zo aardgas te vervangen.

Er zal in de toekomst maar beperkt groen gas zijn. De productie is bovendien afhankelijk van de beschikbaarheid van organisch materiaal. Er kan dus niet naar wens meer groen gas geproduceerd worden. Net als waterstof zal het mogelijk gebruikt kunnen worden als brandstof in de hulpwarmtecentrales van de warmtenetten.

Biomassa

Biomassa is de verbranding van organisch materiaal om warmte te produceren. In Nederland is maar beperkt organisch materiaal beschikbaar om als biomassa in te zetten. Dit geldt ook voor Nijmegen. Biomassa als bron voor ons warmtenet is dan ook niet beschikbaar.

Kernenergie

Bij kernenergie wordt energie opgewekt door het splijten of fuseren van atomen. De vrijgekomen energie kan gebruikt worden om elektriciteit mee op te wekken of als warmtebron. Het toepassen van kernenergie is aan strenge regels gebonden vanwege risico's met betrekking tot veiligheid en de mogelijke productie van kernwapens.

Een techniek in opkomst zijn modulaire kerncentrales, de zogenaamde "Small Modular Reactors" (SMR)²⁸. Een kort overzicht van deze technologie is gegeven in Bijlage 2. De mogelijkheden om deze centrales in Gelderland te realiseren is begin 2025 onderzocht. Vanwege de noodzaak tot voldoende koelwater is het gebied langs de Waal als kansrijk ingeschat voor het realiseren van een SMR²⁹.

Aandachtspunt bij de realisatie van een SMR is de benodigde afstand tot de gebouwde omgeving. Het garanderen van voldoende afstand lijkt binnen onze gemeentegrenzen lastig haalbaar. Ook bij een relatief kleine centrale is daarnaast voldoende ruimte nodig, die in Nijmegen beperkt is. Gebaseerd op de provinciale kansenskaart zou een centrale bovendien vlak aan de Waal gerealiseerd moeten worden. De meest kansrijke locatie

²⁷ Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (2023) – Verduurzaming van de gebouwde omgeving

²⁸ NRG Pallas (2024) – kennismodule small modular reactors

²⁹ NRG Pallas (2025) – Verkenning SMR-inpassing provincie Gelderland

hiervoor is het terrein Waal Energie van Engie, op de locatie van de voormalige Elektriciteitscentrale Gelderland. Maar ook op deze locatie is de ruimte voor een SMR beperkt gezien de andere functies die hier onderzocht worden. Bovendien is de realisatie van een SMR tijdrovend en kostbaar, met een hoog risicoprofiel. De techniek wordt nog nergens in serie toegepast en is op korte termijn niet beschikbaar. Om deze redenen is een SMR op dit moment geen kansrijke bron voor ons warmtenet.

5.7 Warmteopslag en pieklevering

De warmtevraag in de gebouwde omgeving schommelt sterk door het jaar heen. Duurzame bronnen die gebruik maken van warmte uit zon, lucht of water zijn juist minder beschikbaar tijdens piekmomenten in warmtevraag. De verwachting is dan ook dat warmteopslag een belangrijk onderdeel wordt van de toekomstige bronnenmix. Zo kan warmte opgeslagen worden als er veel aanbod is en weer geleverd worden uit de opslag tijdens momenten dat er meer warmtevraag is.

Daarnaast is zoals beschreven in paragraaf 3.3 naast de bron voor de basislast ook een hulpwarmtecentrale nodig, die de pieklast levert. Nu wordt vaak een aardgasketel gebruikt als invulling van de pieklast. Dit moet op termijn uiteraard verduurzaamd worden. Daarbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan het gebruik van een duurzaam gas of van elektriciteit in de vorm van een elektrische boiler.

Er zijn verschillende vormen van warmteopslag en piekvoorzieningen mogelijk. Zie voor een overzicht respectievelijk paragraaf 5.3 en 5.4 uit het “Ontwikkelperspectief duurzame warmtebronnen”- Ministerie van Klimaat en Groene groei (2024). Deze technieken zijn in Nijmegen ook inzetbaar, met uitzondering van midden temperatuur opslag (MTO) en hoge temperatuur opslag (HTO)³⁰.

³⁰ ECN, TNO, IF Technology (2019) – Seizoensopslag warmte Nijmegen

6. Scenario's voor bronnenmix in 2050

In hoofdstuk 5 is een toelichting gegeven op de beschikbare bronnen in Nijmegen, nu en in de toekomst. De belangrijkste bron op dit moment is warmtelevering vanuit afvalverbranding bij de ARN. Het toekomstperspectief van afvalverbranding is echter onzeker. Bovendien is het vanuit leveringszekerheid niet verstandig om de volledige gemeente te verwarmen met slechts één bron. Ontwikkeling van meerdere bronnen spreidt het risico bij een calamiteit.

In dit hoofdstuk worden twee mogelijke ontwikkelpaden voor de bronnenmix van Nijmegen gegeven. In het eerste pad blijft de ARN een rol spelen als afvalverbrander in de regio, óók in 2050. We benutten de restwarmte die daarbij vrijkomt optimaal. In het tweede pad neemt de beschikbare capaciteit vanuit de ARN als afvalverbrander af. En zal deze geen warmte uit afvalverbranding kunnen leveren in 2050. Andere duurzame bronnen leveren dan het benodigde vermogen.

Voordat deze scenario's geschetst worden wordt samengevat welke voorkeursvolgorde voor de ontwikkeling van bronnen is op te maken uit de vorige hoofdstukken. Dit vormt de basis voor de scenario's.

6.1 Voorkeursvolgorde van bronnen

In de warmtevisie zijn verschillende waarden vastgelegd die we hanteren bij onze warmtetransitie. De warmtetransitie moet duurzaam, betaalbaar, uitvoerbaar, duidelijk en inclusief en in samenhang uitgevoerd worden. Deze waarden hebben ook betrekking op onze bronnenstrategie. Bij de ontwikkeling van bronnen zijn deze waarden leidend in keuzes die we daarbij maken. De waarden 'duidelijk en inclusief' en 'in samenhang' zijn daarbij vooral belangrijk in de uitvoer. Dan leggen we duidelijk uit waarom voor een bron gekozen wordt en wordt de uitvoer zoveel mogelijk gedaan in samenhang met andere opgaven in die buurt. De waarden duurzaam, betaalbaar en uitvoerbaar zijn leidend in de voorkeursvolgorde van bronnen om te ontwikkelen in onze stad.

In onderstaande tabel zijn de belangrijkste bronnen gegeven, inclusief een voorkeursvolgorde. Er is een toelichting gegeven op de waarden, waarbij gekeken wordt hoe de technieken scoren op de waarden duurzaam, betaalbaar en uitvoerbaar. Dit geeft een reflectie waarom we de voorkeur hebben voor de ene bron boven de andere.

	Bron	Toelichting op waarden
 Meeste voorkeur	Warmte uit afvalverbranding	Het gebruik van restwarmte uit afvalverbranding is een duurzame keus. De warmte gaat anders immers verloren. Het is ook betaalbaar , omdat beperkt geïnvesteerd hoeft te worden. Het gebruik van de warmte is uitvoerbaar : we maken al gebruik van deze bron.
	TEO aan de Waal	Omdat het terrein van Waal Energie ruimte heeft en omdat het warmtenet hier in de buurt ligt is realisatie van TEO hier erg goed uitvoerbaar . Dat maakt het ook relatief betalbaarder dan als er een nieuw terrein gevonden moet worden. Er is relatief veel elektriciteit nodig, waarmee de duurzaamheid van TEO gebonden is aan duurzaamheid van de elektriciteitsmix.
	TEA uit het RWZI	Het RWZI ligt naast de ARN, wat het goed uitvoerbaar maakt om de warmte aan het warmtenet te leveren. Omdat er een grote bron gerealiseerd kan worden is dat relatief betalbaar .
 Minste voorkeur 	Ondiepe geothermie	Geothermie is een erg duurzame bron omdat de warmte een hogere temperatuur heeft dan bijvoorbeeld warmte uit de Waal. Het is wel een duurdere bron, wat het lastiger maakt om het betalbaar te maken. Er vindt nu onderzoek plaats om te bepalen hoe uitvoerbaar de bron is.
	Aquathermie uit kleine bronnen (Maas Waal-kanaal, drinkwaterleiding)	Aquathermie uit kleine bronnen kan op verschillende plaatsen in Nijmegen toegepast worden, bijvoorbeeld langs het kanaal of ergens langs de drinkwaterleidingen. Bij de uitvoerbaarheid moet rekening gehouden worden met de inpassing in de omgeving. En omdat de systemen relatief klein zijn zijn ze minder betalbaar dan grote bronnen.
	Warmte uit lucht	Warmtewinning uit lucht kan overal geplaatst worden, wat het een uitvoerbaar en flexibele bron maakt. Alhoewel goedkoop om te realiseren gebruikt de bron veel elektriciteit en is daarmee minder betalbaar in gebruik. En zolang elektriciteit nog niet uitstootvrij is, is de bron ook beperkt duurzaam .
	Zonthermie	Zonthermie is erg duurzaam omdat er relatief hoge temperaturen mee gemaakt kunnen worden. De techniek is alleen niet heel betalbaar . En het kost veel ruimte, wat het veel minder uitvoerbaar maakt in onze stad.

6.2 Ontwikkelpad met warmte uit afvalverbranding

Zolang er afval verbrand wordt bij de ARN is het logisch de daarbij vrijkomende warmte te benutten voor het warmtenet. Deze warmte gaat anders immers deels verloren. Er is bovendien minder elektriciteit nodig om deze warmte met een warmtepomp te gebruiken

omdat de temperatuur relatief hoog is ten opzichte van bronnen zoals aquathermie. Echter de volledige bronwarmte voor de warmtenetten leveren vanaf de locatie van de ARN heeft enkele nadelen: er ontstaat volledige afhankelijkheid en daarmee afbreukrisico bij calamiteit. Daarnaast moet alle warmte vanaf één punt verspreid worden over de warmtenetten. Dan zijn er extra grote leidingen nodig. Beter is het om bij groei van de warmtenetten meerdere bronnen te ontwikkelen. Zo wordt aan risicospreiding gedaan bij calamiteit. En kan warmte op meerdere plekken ingevoed worden zodat ook niet extra grote leidingen nodig zijn.

Wanneer precies nieuwe bronnen ontwikkeld worden is aan de verschillende warmtebedrijven. Daarbij moeten zij rekening houden met de ontwikkeltijd van nieuwe bronnen. En dus tijdig een traject opstarten om een nieuwe bron te ontwikkelen. De kosten daarvoor komen ook voor rekening van het warmtebedrijf. Daarbij zal het bedrijf dus ook een afweging maken tussen de voordelen van extra bronnen en de kosten die het meebrengt om deze te ontwikkelen.

In onderstaande tabel is een mogelijke verdeling van de levering van warmte gegeven nu, in 2035 en in 2050³¹. Een mogelijke eindsituatie is bovendien schematisch weergegeven in Figuur 6. Nota bene: dit is slechts indicatief en ter illustratie. De definitieve uitwerking is dus in eerste instantie aan de warmtebedrijven. Gegeven tabel en illustratie zijn bedoeld om aan te tonen dat dit scenario technisch te realiseren is.

Jaar	warmtevraag	Aftapwarmte ARN	Restwarmte ARN	TEO Waal	Geothermie	TEA RWZI
2025	30 MW	25-30 MW	0-5 MW	-	-	-
2035	60 MW	25-45 MW	20-30 MW	0-10 MW	-	-
2050	80-120 MW	0-45 MW	0-60 MW	0-50 MW	0-20 MW	0-20 MW

De potentie van TEO Waal is gebaseerd op een mogelijke aquathermiecentrale bij Waal Energie. Alhoewel de theoretische potentie van warmtewinning uit de Waal nog veel groter is zal naar verwachting de realisatie beperkt zijn door de mogelijkheden om de warmte vanaf de Waal naar de verschillende gebieden met warmtenetten te transporteren. Voor geothermie is het uitgangspunt dat ondiepe geothermie wordt ontwikkeld met een capaciteit van 5 MW per bron. Door verschillende bronnen te ontwikkelen kan het aandeel van geothermie toenemen. Aandachtspunt is dat er goede locaties voor deze bronnen gevonden moeten worden, niet te ver van het warmtenet vandaan. De aanname is gedaan dat dit op vier locaties lukt.

Dit scenario maakt duidelijk dat er ruim voldoende warmte is op verschillende locaties in Nijmegen. Het zal daarnaast mogelijk blijven om ook een deel van de warmte van de afvalverbranding te verdelen over buurgemeenten Wijchen en Beuningen.

³¹ 2035 als jaar is gekozen omdat dit tien jaar in de toekomst is. Dat is ook de doorlooptijd van onze warmtevisie. 2050 is als jaar gekozen omdat de stad dan volledig aardgasvrij en klimaatneutraal moet zijn.



Infographic: ©Edo Nauta, 2025

Figuur 6 – illustratie van een eindsituatie waarbij warmte wordt geleverd aan de Nijmeegse warmtenetten, gebruik makend van warmte uit afvalverbranding.

6.3 Ontwikkelpad zonder warmte uit afvalverbranding

In een alternatief scenario houden we rekening met het verdwijnen van afvalverbranding als warmtebron voor de warmtenetten in Nijmegen. Duidelijk moet zijn dat meerdere verschillende warmtebronnen het dan ontstane gat kunnen vullen. Ook hier geldt dat het uiteindelijk aan de warmtebedrijven is om te bepalen welke bronnen zij willen ontwikkelen. De beschikbaarheid, betaalbaarheid en technologische ontwikkeling van verschillende bronnen is nu bovendien nog niet zeker. Het scenario is dan ook enkel ter illustratie van de mogelijkheden.

In onderstaande tabel is een mogelijke verdeling van de levering van warmte gegeven nu, in 2035 en in 2050. Een mogelijke eindsituatie is bovendien schematisch weergegeven in Figuur 7. Nota bene: dit is slechts indicatief en ter illustratie. De definitieve uitwerking is in eerste instantie aan de verschillende warmtebedrijven. Gegeven tabel en illustratie zijn bedoeld om aan te tonen dat dit scenario technisch te realiseren is.

Jaar	warmtevraag	aftapwarmte ARN	rest-warmte ARN	TEO Waal	geothermie	TEA RWZI	overig (lucht, zon, restwarmte, kleinschalig TEO/TED)
2025	30 MW	25-30 MW	0-5 MW	-	-	-	
2035	60 MW	25-45 MW	20-30 MW	0-10 MW	-	-	
2050	80-120 MW	-	-	0-50 MW	0-20 MW	0-20 MW	0-50 MW



Infographic: ©Edo Nauta, 2025

Figuur 7 - illustratie van een eindsituatie waarbij warmte wordt geleverd aan de Nijmeegse warmtenetten, zonder gebruik te maken van warmte uit afvalverbranding.

Zonder de ARN als warmtebron zal meer warmte uit verschillende bronnen moeten komen. Ook hier geldt dat deze verspreid over de gemeente gerealiseerd moeten worden omdat de transportcapaciteit van de warmtenetten gelimiteerd is. Aanvullend op de eerder genoemde bronnen kan ook warmte onttrokken worden uit kleinschalige bronnen zoals restwarmte bij Waal Energie, een kleiner TEO of TED project langs het Maas Waalkanaal of het inzetten van aerothermie.

Alhoewel afvalverbranding geen warmte meer kan leveren in dit scenario is het nog wel steeds logisch om het terrein van de ARN als belangrijke locatie voor de ontwikkeling van warmtebronnen te behouden. Op dat terrein zijn immers de grote warmtenetten aangesloten. En er is hier ruimte die elders in de stad schaars is, bijvoorbeeld voor een

zonthermisch veld of grootschalige warmteopslag. Ook geothermie is hier kansrijk en uiteraard de warmtewinning uit de naastgelegen RWZI. De ARN zal bij afname of op den duur verdwijnen van de afvalverbrandingsactiviteiten, meer in kunnen zetten in het ontwikkelen van alternatieve duurzame warmtebronnen op of nabij het terrein en kan de rol van energieproducent blijven behouden.

Dit scenario maakt duidelijk dat ook zonder afvalverbranding voldoende warmtebronnen beschikbaar zijn in Nijmegen. Wel zullen dan meerdere bronnen op verschillende plekken ontwikkeld moeten worden. Dit vraagt investeringen van de warmtebedrijven en goede samenwerking met het bevoegd gezag en eigenaars van de bronnen.

7. Conclusie

Samenvatting

- Zolang er restwarmte uit afvalverbranding beschikbaar is ligt het voor de hand dit te gebruiken. De warmte gaat anders verloren, is van relatief hoge temperatuur en relatief goedkoop beschikbaar te stellen.
- Nieuwe warmtenetten moeten ontworpen worden op een aanvoertemperatuur van maximaal 85 °C. Dan is het mogelijk om lage temperatuur bronnen in te zetten voor het warmtenet.
- Op verschillende locaties in Nijmegen zijn er mogelijkheden voor de ontwikkeling van duurzame warmtebronnen. Er zijn dus alternatieven mocht afvalverbranding niet meer plaatsvinden bij de ARN.
- Op zowel het terrein van de ARN als de voormalige elektriciteitscentrale aan de Waal (Waal Energie) is er ruimte voor grootschalige ontwikkeling van duurzame bronnen. Dit kan aangevuld worden met lokale bronnen langs het tracé van de warmtenetten.
- Deze bronnenstrategie biedt de basis om straks met onderbouwing warmtekavels waar warmtenetten komen aan te wijzen.
- Daarnaast geeft het de kaders voor de invulling van onze rol als aandeelhouder van het publiek warmtebedrijf. De – nog op te stellen – bronnenstrategie van het warmtebedrijf zal in lijn zijn met deze bronnenstrategie.

In de warmtevisie 2024 zijn zeven aanpakken richting een aardgasvrije stad vastgelegd. De komende jaren zetten we in op onderzoek naar en ontwikkeling van warmtenetten. Met de warmte uit de afvalverbranding bij de ARN hebben we als gemeente een betrouwbare en relatief goedkope bron van warmte. Dankzij deze bron kunnen we onze warmtenetten geleidelijk uitbreiden en investeren in de daarvoor benodigde infrastructuur zonder direct grote investeringen in bronnen te hoeven doen. Het ligt voor de hand om de warmte van de ARN te gebruiken zolang die beschikbaar is. Dat heeft een aantal redenen:

- De warmte wordt hoe dan ook geproduceerd. Afvalverbranding moet namelijk plaatsvinden om niet her te gebruiken afval te verwerken. In beperkte mate kan met de warmte elektriciteit geproduceerd worden, maar een groot deel van de warmte is restwarmte. Gebruiken we de warmte niet, dan gaat deze dus verloren.
- De warmte van ARN gebruiken is duurzaam. Er is relatief weinig elektriciteit nodig om de warmte voor het warmtenet beschikbaar te maken, ook als we meer gebruik gaan maken van de restwarmte. Bij aquathermie of ondiepe geothermie zal meer elektriciteit nodig zijn en dat is daarmee minder duurzaam op dit moment.
- De warmte van de ARN is relatief goedkoop. Het ontwikkelen van een alternatieve warmtebron kost veel geld. Door gebruik te maken van de warmte van ARN kunnen we nu investeren in de infrastructuur (nieuwe warmtenetten). Investeren in duurzame bronnen volgen dan later.

Een groot deel van de beschikbare warmte bij de ARN is restwarmte. Deze heeft een lagere temperatuur dan de aftapwarmte die nu gebruikt wordt. Om die warmte te kunnen gebruiken én te garanderen dat in de toekomst duurzame bronnen van lage temperatuur aangesloten kunnen worden moeten nieuwe warmtenetten ontwikkeld worden om te

kunnen werken op een aanvoertemperatuur van maximaal 85 °C. Dit is een leidend uitgangspunt bij de ontwikkeling van onze warmtenetten.

Hoe lang er nog afval verbrand zal worden bij de ARN is niet zeker. Het is daarom nodig om zicht te hebben op alternatieve bronnen in en rondom Nijmegen. Het ontwikkelperspectief van alternatieve bronnen is goed. De Waal en de RWZI Weurt bieden grote kansen voor aquathermie. Grote delen van Nijmegen zijn goed geschikt voor geothermie. En de locatie van Waal Energie biedt perspectief voor toekomstig restwarmtegebruik en de ontwikkeling van verschillende bronnen.

In hoofdstuk 6 zijn twee scenario's geschetst richting levering van warmte aan een aardgasvrije stad in 2050. Met warmte uit afvalverbranding is er meer dan genoeg bronwarmte beschikbaar. Deze warmte verdelen we met onze buurgemeenten. Daarnaast kunnen er andere bronnen ontwikkeld worden, om risico's bij calamiteiten te verkleinen en op verschillende plekken warmte aan het net toe te voegen.

Zonder warmte uit afvalverbranding is het nodig om meer en grotere alternatieve warmtebronnen te ontwikkelen. Het terrein van ARN en het terrein van Waal Energie biedt hier de ruimte en infrastructuur voor. Op verschillende plekken in en rondom de stad liggen er daarnaast kansen voor het ontwikkelen van kleinere bronnen. Er is ook in dit scenario voldoende te kiezen.

Deze bronnenstrategie biedt voldoende perspectief op de ontwikkeling van warmtenetten zoals geschetst in de warmtevisie 2024. Er zijn voldoende duurzame warmtebronnen beschikbaar. Verdere ontwikkeling hiervan is aan de warmtebedrijven die de warmtenetten (gaan) ontwikkelen. Als aandeelhouder van een publiek warmtebedrijf kunnen wij als gemeente daar invloed op uitoefenen. De – nog op te stellen – bronnenstrategie van het warmtebedrijf zal namelijk in lijn zijn met deze bronnenstrategie. Zo borgen we dat er verstandige en toekomstbestendige keuzes gemaakt worden. Zodat er altijd voldoende duurzame warmte voor onze inwoners beschikbaar is.

Bijlage 1 – Praktijkvoorbeelden warmtebronnen

Op verschillende locaties in Nederland en Europa worden duurzame warmtebronnen ingezet voor stadswarmtenetten. Veel technieken zijn niet langer conceptueel maar al beproeft in de praktijk. In deze bijlage worden enkele praktijkvoorbeelden gegeven.

Aquathermie

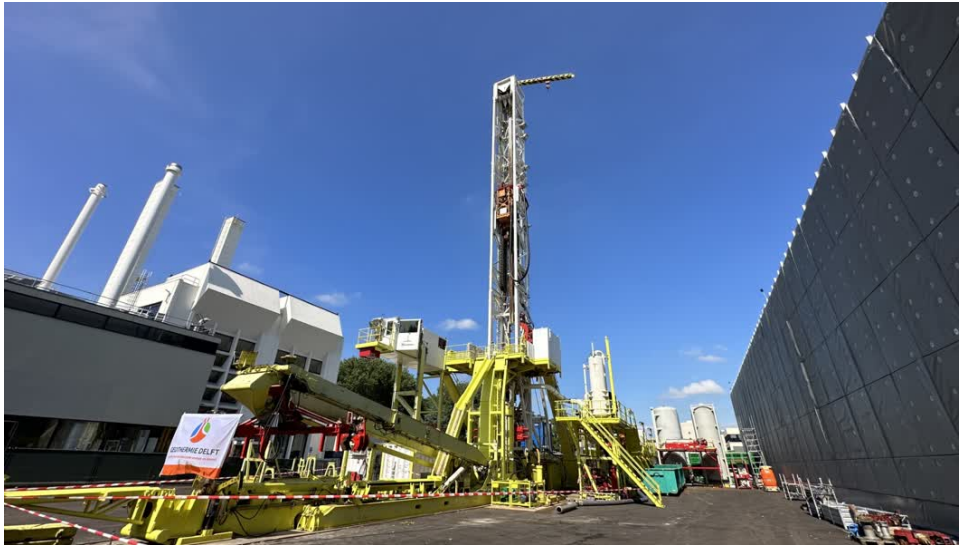
In Scandinavië zijn er meerdere TEO installaties die warmte leveren aan grote warmtenetten. Warmte wordt gewonnen uit zeewater of grote meren. Ook in andere Europese landen wordt hard gewerkt aan warmtewinning uit meren of rivieren. Zo werkt Keulen aan een zeer grote TEO installatie om warmte te winnen uit de Rijn voor hun hoge temperatuur warmtenet. Deze installatie krijgt een vermogen van 150 MW.

In Nederland is in december 2024 de grootste warmtepomp van Nederland in gebruik genomen. Dit is in Utrecht, met als bron een RWZI. Eneco heeft daar een warmtepomp van 27 MW in gebruik genomen waarmee 20.000 huishoudens van warmte worden voorzien. Zie afbeelding hieronder.



Geothermie

In gemeente Den Haag is als eerste gemeente een geothermiebron gerealiseerd voor het verwarmen van woningen. Na aanvankelijke opstartproblemen is deze bron sinds 2021 operationeel. Inmiddels volgt meer onderzoek en realisatie van geothermiebronnen in Nederland. Zo wordt in Delft een geothermiebron voor het verwarmen van de campus en twee naastgelegen woonwijken gerealiseerd. Deze bron is nu in ontwikkeling, zie ook afbeelding hieronder.



Zonthermie

In Groningen wordt door WarmteStad gewerkt aan het grootste zonthermische park van Nederland. Bij volledige oplevering wordt voldoende energie opgewekt voor 2.500 huishoudens. Naast een installatie met 24.000 panelen wordt ook een dagbuffertank gerealiseerd. Er is 12 ha ruimte nodig voor de panelen, welke geplaatst worden op een voormalige baggerstortplaats. Onderstaande figuur geeft een beeld van de installatie.



Aerothermie

Warmtewinning uit lucht heeft als groot voordeel dat de bron overal aanwezig is. In Nederland is dit nog niet op grote schaal toegepast, maar in andere landen wordt de techniek al meer gebruikt. In Denemarken is bijna 70% van de huishoudens aangesloten op een warmtenet, ook in de kleinere steden en dorpen. Daar waar geen andere bronnen aanwezig zijn wordt gebruik gemaakt van aerothermie. In onderstaande afbeelding is de installatie te zien in Viborg. De techniek wordt vaak gecombineerd met opslag van warmte.



Bijlage 2 – Small Modular Reactors

De Small Modular Reactor (SMR) is een nieuw type kerncentrale met een modulaire samenstelling. Verschillende onderdelen van de reactor kunnen als losse bouwstenen gezien worden en los van elkaar geproduceerd en vervoerd worden. Op dit moment zijn er wereldwijd ruim zeventig SMR-concepten in ontwikkeling, gebaseerd op verschillende technieken, groottes en toepassingen. Meer achtergrond over deze techniek is te lezen in de Kennismodule Small Modular Reactors van NRG Pallas opgesteld in opdracht van het ministerie van Klimaat en Groene Groei.

SMR als warmtebron

Het primaire energieaanbod van een kerncentrale is warmte. In conventionele kerncentrales wordt deze opgewekte warmte-energie bijna altijd omgezet in elektriciteit. Het is echter ook mogelijk om de warmte-energie direct te gebruiken als bron voor industriële processen of een warmtenet. Ook een combinatie van elektriciteitsproductie en gebruik van de warmte is mogelijk.

Aandachtspunt is het ruimtegebruik van de SMR. Ook al is deze “small” er is nog steeds een aanzienlijk terrein nodig voor de centrale (direct ruimtegebruik) en omliggende gebouwen tot aan de terreingrens (indirect ruimtegebruik). Het type reactor en geleverd vermogen is bepalend voor het ruimtegebruik. Een relatief kleine centrale van 300 MW heeft een direct ruimtegebruik van 2,6 ha.

Een ander aandachtspunt van een kerncentrale is veiligheid. Afhankelijk van de kernomvang gelden richtlijnen voor preparatiezones rondom de centrale. Dit zijn zones waarbij er in geval van calamiteit evacuatie nodig is of geschild moet worden. Deze zones mogen niet groter dan respectievelijk 3 of 5 km zijn. Omdat een SMR een relatief kleine kernomvang heeft zullen de zones relatief beperkt zijn. Hoe groot de zone daadwerkelijk moet worden wordt vastgelegd in de nationale en regionale crisisplannen.

Toepassing en financieringsmogelijkheden

Op dit moment worden er nog geen SMR's in serie geproduceerd. Het is een technologie die in verschillende landen in een onderzoeksfase is waarbij overheden met het bedrijfsleven optrekken. Financiering van SMR's kan in verschillende constructies vormgegeven worden, waarbij een aandachtspunt het risicoprofiel van de ontwikkeling van nucleaire centrales is. Er moet een grote investering gedaan worden die zich over een periode van decennia aan warmte- of stroomlevering terugverdiend. Bedrijven hebben garanties van overheidspartijen nodig voordat zij deze investering aan durven gaan. Het Rijk onderzoekt de mogelijkheid tot een staatsdeelneming in kernenergie omdat er te weinig interesse vanuit het bedrijfsleven is voor het realiseren van kerncentrales³².

³² Ministerie van Klimaat en Groene Groei (2025) – Kamerbrief “Voornemen oprichting deelneming voor kernenergie”